

ブラジル連邦共和国
サンパウロ州上下水道公社（SABESP）

ブラジル国
サンパウロ州沿岸部衛生・
環境改善事業準備調査
【有償勘定技術支援】

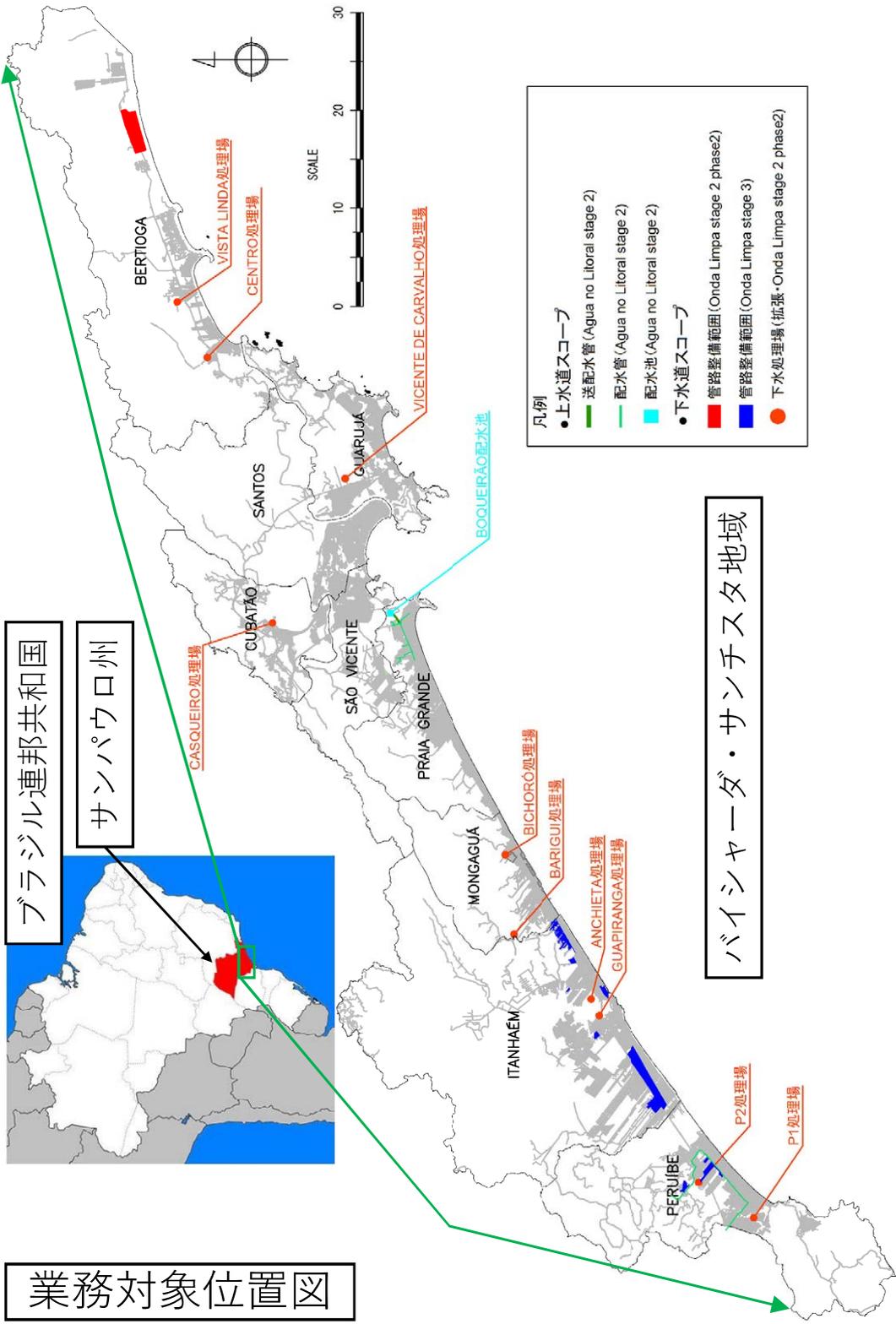
準備調査報告書

2022 年 3 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

日本工営株式会社
中南米工営株式会社

中南
JR
22-010





Casqueiro 下水処理場 (現状)



Casqueiro 下水処理場 (事業完了後)

要約

1. 調査の背景・目的

ブラジル連邦共和国（以下、ブラジル国）のサンパウロ州はブラジル国の人口の約 20%、経済の約 30%を占める工業州であり、本邦企業を含む多くの外国籍企業が進出し、世界最大の日系社会も擁する。バイシャーダ・サンチスタ地域と呼ばれる同州の沿岸部 9 市には約 186 万人（2019 年）が居住し、ブラジル国最大の港・サントス港や州内有数の工業都市のほか、海水浴場を擁する観光地も抱える。当該地域の人口増加率は州平均の 1.2 倍であるうえ、観光シーズンには人口が平時の約 2 倍に膨れ上がり、人口動態に応じた安定給水へのニーズが高い。加えて、下水道整備の遅れにより未処理汚水が沿岸や河川へ放流され、衛生環境の悪化が社会問題となっている。

本調査は、サンパウロ州上下水道公社（SABESP）がバイシャーダ・サンチスタ地域の水・衛生改善を目的として実施している「きれいな波プログラム」のうち、JICA に要請のあった上下水道施設の整備事業について、円借款事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的として実施したものである。

2. 調査の対象地域

本調査の対象地域はバイシャーダ・サンチスタ地域の 9 市（ペルイベ市、イタニャエン市、サン・ピセンテ市、プライア・グランデ市、モンガグア市、クバトン市、サントス市、グアルジャ市、ベルチオガ市）である。

3. 本事業の「きれいな波プログラム」における位置づけ

「きれいな波プログラム」は 2007 年に Stage 1 が着手され、現在は Stage 2 の Phase 1 が実施中である。また、今後は 2022 年より Stage 2 の Phase 2、最後のステージである Stage 3 が 2024 年に着手の予定である。本事業の水道コンポーネントは「きれいな波プログラム」の Stage 2 の Phase 2 に相当する。また、下水道コンポーネントのうち下水処理場は Stage 2 の Phase 2 の大部分、下水収集施設は Stage 2 の Phase 2 の一部と Stage 3 の大部分である。

4. 事業実施の妥当性

本事業の下水道コンポーネントは、下水処理場の補修・拡張、および下水収集施設の整備を行うものである。また、水道コンポーネントは送配水管、配水池、送配水ポンプ場を整備する。

バイシャーダー・サンチスタ地域では、主たる産業の観光業を支える海水浴場の水質悪化への懸念が高まっている。サンパウロ州環境公社（CETESB）が行っているモニタリング結果によると、下水道の整備が進められているにも関わらずビーチの水質が悪化している海域があるなど、人口の増加や経済活動の拡大に環境対策が追い付いていない状況である。また、市ごとの保健衛生指標を見ると、殆どの市において乳児死亡率が国家目標を上回っている。さらに、下水道の整備が遅れている市では水様性下痢による入院患者数が高い傾向も認められるほか、社会調査の結果に

よっても、下水道に接続されていない世帯では水因性疾患の罹患率がやや高かった。そのため、下水道整備を更に促進し、地域の衛生環境と経済発展に寄与する本事業の必要性は非常に高い。

また SABESP は、2020 年に施行された新国家基礎衛生法 (Novo Marco) により、2033 年までに各市で下水道接続率 90%を達成することが法的に要求されている。本事業の実施は SABESP が Novo Marco の要求を満足するうえで重要なものである。

本事業の水道コンポーネントは水圧、水道サービスの継続性、水道へのアクセス改善、地域内の水運用の柔軟性強化に資するものである。特に、裨益エリアであるプライア・グランデ市とペルイベ市では水需要が増加する夏場に出水不良に関する苦情が他の時期より倍増しており、本事業が市民の生活環境と衛生環境の改善に貢献することが期待できる。また、限られた水資源を有効に活用する必要があるバイシャーダ・サンチスタ地域にとって、地域全体でピーク需要に備えるための柔軟性の高い送水ネットワークの構築は重要である。

5. 事業内容

本調査では、SABESP による水需要予測と施設計画をレビューし、一部で見直しを行った。本事業で実施する工事の内容を表 1 に示す。

表1 本事業の内容

施設		市	工事の内容
配水池・ポンプ場	配水池	プライア・グランデ	鉄筋コンクリート造10,000m ³ × 2池, W20m×L50m×H10m
	ポンプ場		3台 (内1台予備), Q=830 L/秒, H30m, 1,660 L/秒
			3台 (内1台予備), Q=250 L/秒, H65m, 500 L/秒
水道管路	配水拡張本管	ペルイベ	Trecho10 : φ 250×1,594.05 m, φ 200×1,876.94 m, φ 150×3,709.01 m
			Trecho11 : φ 400×7,556.16 m, φ 350×2,424.16 m, φ 300×1,275.68 m
	送配水増強管	プライア・グランデ	Trecho12 : φ 1000×1,220m
			Trecho13 : φ 1000×1,553m
			Trecho14 : φ 700×503m
			Boqueirão : φ 900×10m, φ 600×1,779m, φ 500×1,296m, φ 400×1,912m, φ 300×2,459m, φ 200×1,922m, φ 100×1,094m
下水処理場 ^{※1}	P1	ペルイベ	設備更新・修繕、拡張: 143L/秒→318L/秒 (27,475 m ³ /日)
	P2		設備更新・修繕、拡張: 91L/秒→194L/秒 (16,762 m ³ /日)
	Guapiranga	イタニャエン	設備更新・修繕、拡張: 223L/秒→362L/秒 (31,277 m ³ /日)
	Anchieta		設備更新・修繕、拡張: 93L/秒→329L/秒 (28,426 m ³ /日)
	Bichoro	モンガグア	設備更新・修繕: 90L/秒→77L/秒 ^{※2} (6,850 m ³ /日)
	Barigui		設備更新・修繕、拡張: 149L/秒→279L/秒 (24,106 m ³ /日)
	Casquero	クバトン	設備更新・修繕、拡張: 78L/秒→185L/秒 ^{※3} (15,984 m ³ /日)
	Carvalho		設備更新・修繕、拡張: 153L/秒→307L/秒 (26,525 m ³ /日)
	Centro	ベルチオガ	設備更新・修繕、拡張: 127L/秒→183L/秒 (15,822 m ³ /日)
Vista Linda	設備更新・修繕、拡張: 153L/秒→177L/秒 (15,293 m ³ /日)		
下水収集施設	p2 ^{※3}	ペルイベ	幹線管渠 1.2km (φ 400/500)、収集管渠 39.7km (φ 150-400)、圧送管 4.3km (φ 100-300)、ポンプ場 5 基、新規戸別接続 976 戸
	Guapiranga	イタニャエン	幹線管渠 3.8km (φ 400-800)、収集管渠 126.3km (φ 150-400)、圧送管 10.7km (φ 100-450)、ポンプ場 13 基、新規戸別接続 7,086 戸
	Anchieta		幹線管渠 2.8km (φ 600/700)、収集管渠 45.2km (φ 150-500)、圧送管 7.3m(φ 100-400)、ポンプ場 9 基、新規戸別接続 4,713 戸
	Costa do Sol	ベルチオガ	収集管渠 34.3km (φ 125-250)、圧送管 3.3km (φ 80/150)、ポンプ場 2 基、新規戸別接続 1,890 戸

※1: 下水処理場の能力は 2039 年の夏季の日平均下水量予測に基づき設定した。

※2: Bichoro 下水処理場は計画下水量が建設当初よりも減少している。本事業では、水量減をふまえて余裕率を高めた設計となっている。

※3: Casuqueiro 下水処理場は沈砂池を通過した下水のうち 42 L/秒を隣接するLagoa 下水処理場に送水する。そのため、流域の計画下水量 185L/秒に対して反応層が受け入れる下水量は 143L/秒である。

出典: 調査団作成

6. 環境・社会配慮

環境影響評価の結果、本事業の実施により負の影響が想定される代表的な項目として水質汚濁、騒音/振動、悪臭、廃棄物、非自発的住民移転、公衆衛生(HIV/AIDS等の感染症)、労働安全衛生が挙げられる。これらの影響については環境緩和措置及びモニタリングを実施し、影響を軽減する。

7. 用地取得計画

本事業の実施に向けて必要な用地取得は下水ポンプ場用地に 29 か所、配水池・ポンプ場用地に 1 か所 (8,448 m²) である。29 か所の下水ポンプ場用地のうち 7 か所は民地で合計面積 2,781 m²、残る 22 か所は公用地 (道路用地) で合計面積は 7,247 m²である。配水池・ポンプ場用地は SABESP が土地所有者との交渉を開始し、土地価格の査定を行っている。

8. 事業費用

本調査で行った事業費の算定結果を表 2 に示す。

表2 概略事業費

項目	外貨 (百万円)	内貨 (百万リアル)	合計 (百万円)
A. 融資適格項目			
1) 調達/建設工事	126	1,015	20,860
CP1: 北部の下水道施設 (バルチオガ市)	15	127	2,617
CP2: 中部の下水道施設 (グアルジャ市及びクバトン市)	14	100	2,055
CP3: 南部の下水道施設-1 (モンガグア市)	14	59	1,224
CP4: 南部の下水道施設-2 (イタニャエン市 Anchieta 処理区)	18	153	3,135
CP5: 南部の下水道施設-3 (イタニャエン市 Guapiranga 処理区)	21	269	5,519
CP6: 南部の下水道施設-4 (ペレイベ市 P2 処理区)	14	172	3,516
CP7: 上水道施設 (プライア・グランデ市、ペレイベ市)	14	87	1,790
物価上昇費	11	0	11
物理的予備費	6	48	993
2) コンサルタントサービス	910	114	3,246
ベースコスト	807	109	3,032
物価上昇費	60	0	60
物理的予備費	43	5	155
B. 融資非適格項目			
a) 調達/建設工事	22	179	3,681
物価上昇費	2	0	2
物理的予備費	1	9	175
b) 用地取得費	0	0	0
ベースコスト	0	0	0
物価上昇費	0	0	0
物理的予備費	0	0	0
c) 政府管理費	0	54	1,111
d) VAT	0	245	5,002
e) 関税	0	71	1,442
合計 (A)+B))	1,058	1,679	35,343
C. 建中金利	286	0	286
建中金利 (建設工事)	236	0	236
建中金利 (コンサルティングサービス)	49	0	49
D. フロントエンドフィー	49	0	49
総事業費 (A)+B)+C)+D))	1,393	1,679	35,677
E. JICA 融資額(A)	1,370	1,130	24,441
F. 先方自己資金(B)	22	549	11,237

出典: 調査団作成

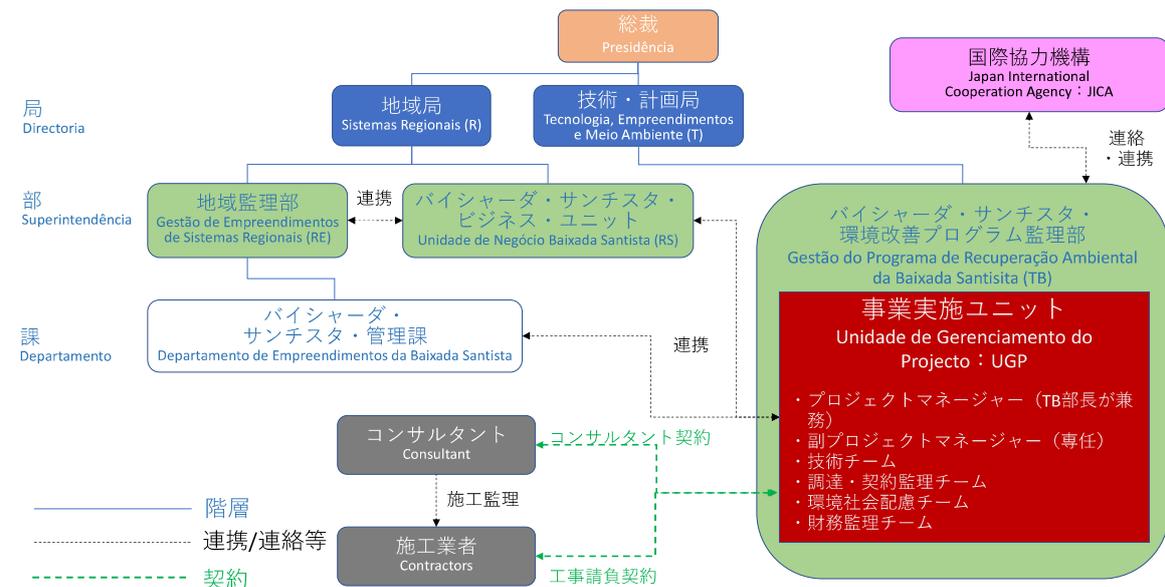
9. 運営・維持管理

本事業で整備する施設の運営・維持管理は SABESP 地域局（R 総局）のバイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニット（RS）が実施する。

RS は類似施設の運営・維持管理を数多く実施しているが、本事業で整備する施設の運営・維持管理にあたって改善すべき点がある。改善すべき主な点として、下水ポンプ場の運営・維持管理に十分な予算を割り当て、ポンプ設備の修繕や更新、遠方管システムの改善、ポンプ場運営チームの強化を行うことが挙げられる。また、下水処理場の運営・維持管理について、現在一人で行っている下水処理場の運営を少なくとも日中のシフトでは二人以上とすること、特に降雨の多い夏季において砂の除去作業を頻繁に行うこと、処理水の水質モニタリングの頻度と精度を上げることが挙げられる。

10. 事業実施体制

本事業の実施機関 SABESP である。担当部局は「きれいな波プログラム」を担当している技術・計画局（T 総局）のバイシャーダ・サンチスタ環境改善プログラム監理部（TB）であり、本事業を専属的に実施する事業実施ユニット（UGP）を TB 内に立ち上げることを想定する。本事業の実施体制を下图に示す。



出典：調査団作成

図1 本事業の実施体制案

11. 調達計画

本事業は表 3 に示すように 7 つの契約パッケージにより実施する。また、JICA 調達ガイドラインに従い原則として事前資格審査（PQ）と国際競争入札により業者を選定する。また、下水処理場のコンポーネントは設計施工一括方式、その他のコンポーネントには設計施工分離方式とする。

表3 本事業の契約パッケージとその調達方法

パッケージ	ロット	PQ	入札	入札方法	使用する標準入札書類
CP1 北部の下水道施設 (ベルチオガ市)	ロット1: Vista Linda 下水処理場の拡張	PQ-1: 6つのパッケージに対して単一のPQ手続きを行う。	入札-1	国際競争入札、一阶段二札入札	「デザインビルド」。ただしロット3には「土木工事」の要件を取り込む
	ロット2: Centro 下水処理場の拡張				
	ロット3: Cost do Sol 地区の下水処理施設の整備				
CP2 中部の下水道施設 (グアルジャ市及びクバトン市)	ロット1: Vicente de Carvalho 下水処理場の拡張	PQ 図書内で明示したパッケージごとの評価基準に照らし、各申請者が応札資格を有する契約パッケージを定める	入札-2	同上	「デザインビルド」
	ロット2: Casquero 下水処理場の拡張				
CP3 南部の下水道施設-1 (モンガデア市)	ロット1: Bichoro 下水処理場の拡張 ロット2: Barigui 下水処理場の拡張				
CP4 南部の下水道施設-2 (イタニャエン市 Anchieta 処理区)	ロット1: Anchieta 下水処理場の拡張	PQ-2	入札-3	同上	「デザインビルド」。ただしロット3には「土木工事」の要件を取り込む
	ロット2: Anchieta 処理区の下水収集施設の整備				
CP5 南部の下水道施設-3 (イタニャエン市 Guapiranga 処理区)	ロット1: Guapiranga 下水処理場の拡張				
	ロット2: Guapiranga 処理区の下水収集施設の整備				
CP6 南部の下水道施設-4 (ペルイベ市 P1 処理区および P2 処理区)	ロット1: P1 下水処理場の拡張	PQ-2	入札-5	同上	「土木工事」
	ロット2: P2 下水処理場の拡張				
	ロット3: P2 処理区の下水収集施設の整備				
CP7 南部の送配水施設の拡張・増強 (ペルイベ市及びブライア・グランデ市)	ロット1: ペルイベの配水拡張本管の布設	PQ-2	入札-5	同上	「土木工事」
	ロット2: ブライア・グランデの送配水増強施設の整備 (送配水管)				
	ロット3: ブライア・グランデの送配水増強施設の整備 (Boqueirao 配水池・ポンプ場)				

出典: 調査団作成

12. 実施スケジュール

本事業の暫定的な実施スケジュールを表4に示す。

表4 本事業の概略スケジュール

事業活動		所要期間	想定時期／期間
円借款手続き	円借款ブレッジ	1ヶ月	2022年7月
	交換公文 (E/N)、円借款契約	2ヶ月	2022年8月～2022年9月
実施機関側の 事前実施事項	環境ライセンス取得	10ヶ月	2022年8月～2023年5月
	用地取得	15ヶ月	2022年3月～2023年5月
コンサルタントの調 達	プロポーザル要請書作成、ショートリ スト作成、入札、入札評価、契約	10ヶ月	2022年8月～2023年5月
コンサルティング・ サービス	設計、事前審査支援、入札支援、契約 交渉支援、施工監理	76ヶ月	2023年6月～2029年10月
事前資格審査	PQ-1 (CP1～6)	9ヶ月	2023年7月～2024年3月
	PQ-2 (CP7)	6ヶ月	2023年6月～2023年11月
入札	入札-1 (CP1)	19ヶ月	2023年12月～2025年6月
	入札-2 (CP2, CP3)	19ヶ月	2024年2月～2025年8月
	入札-3 (CP4, CP5)	19ヶ月	2023年10月～2025年4月
	入札-4 (CP6)	16ヶ月	2024年7月～2025年10月
	入札-5 (CP7)	17ヶ月	2023年6月～2024年10月
工事 (瑕疵担保期間含 む)	CP1	39ヶ月	2025年7月～2028年9月
	CP2	28ヶ月	2025年9月～2027年12月
	CP3	35ヶ月	2025年9月～2028年7月
	CP4	46ヶ月	2025年2月～2029年2月
	CP5	54ヶ月	2025年2月～2029年10月
	CP6	35ヶ月	2025年11月～2028年9月
	CP7	36ヶ月	2024年11月～2027年10月

出典：調査団作成

13. 事業の効果

財務分析の結果 FIRR はマイナスとなったためクロスサブシディが必要である。上下水道料金が同一の SABESP の事業において、元来コストが上水道事業よりも大きく、かつ拡張期にある下水道事業へのクロスサブシディは公衆衛生の改善のため妥当と考えるべきものである。また、経済分析の結果算出された EIRR は支払可能額に基づいたケースで 9.4% となり、経済的妥当性の基準となるブラジル国の社会的割引率 8.5% を 0.9% 上回った。従い、本事業は経済的に妥当な水準である。

本事業の定量的運用・効果指標は表 5 のように設定した。その他、定性的な効果指標として、既存処理施設の処理機能回復、公共用水域の水質改善、水質改善に伴う観光産業の振興、下水道整備率の向上（間接的効果）、下水道接続率の向上（間接的効果）、生活環境の改善、水因性疾患の減少、地域の不動産価値の上昇、給水人口の増加（間接的効果）、水道接続率の改善（間接的効果）、給水圧の改善、断水頻度・時間の削減、中部地域における水不足リスクの低下が考えられる。

表5 本事業の定量的運用・効果指標

運用指標／ 効果指標	下水道／ 水道	指標
運用指標	下水道	拡張施設による下水処理水量 (m ³ /年)
		下水処理場の稼働率 (%)
		処理区内の接続数
		下水処理場での BOD 除去率 (%)
	水道	本事業で整備した配水施設による配水量
効果指標	下水道	下水処理能力の増加 (L/秒)
		本事業における下水収集施設整備エリアでの新規下水道接続数
	水道	配水能力の増加
		配水池容量の増加

運用指標／ 効果指標	下水道／ 水道	指標
		中部地域への緊急送水能力の確保

出典：調査団作成

14. 事業実施にあたっての留意点

本調査では、事業の実施に係るリスクの抽出とその対応策の検討を行った。中立したリスクのうち確率と影響がともに中程度以上のものは①政府の意思決定プロセスが適切に機能しない場合、事業の遅延につながるリスク、②施設の計画や設計の不備により事業の便益の低下、コストの上昇、開発目標の未達につながるリスク、③本事業で整備する施設の稼働と関わりのある他事業が行われず、開発目標の未達につながるリスク、④本事業で整備された施設の運営・維持管理が適切に行われず事業の便益が想定どおりに発現しないリスク、であった。

これらのリスクへの対応策として、時間を要することが想定される承認手続き等を関係者が協力してなるべく速やかに進めること、事業スコープが変更される可能性が生じた場合に SABESP から JICA の速やかな情報共有を行うこと、各種手続きや設計業務におけるコンサルタントの活用、SABESP が実施する関連事業の進捗を JICA がモニタリングすること、審査段階において運営・維持管理体制の強化につき JICA と SABESP が合意すること、などが必要である。

ブラジル国サンパウロ州沿岸部衛生・環境改善事業

【有償勘定技術支援】準備調査報告書

目 次

第 1 章	序論	1-1
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の概要	1-1
1.2.1	調査の目的	1-1
1.2.2	調査の内容	1-2
1.2.3	調査の対象地域	1-2
1.3	調査工程	1-2
1.4	調査の実施体制	1-3
第 2 章	事業を取り巻く対象地域の現状	2-1
2.1	社会状況	2-1
2.1.1	政治及び行政	2-1
2.1.2	行政区境及び人口動態	2-1
2.1.3	経済及び産業	2-4
2.1.4	公衆衛生及び COVID-19 の感染状況とその社会影響	2-5
2.1.5	衛生環境と観光業	2-7
2.2	自然条件	2-9
2.2.1	気象、気候及びその変動	2-9
2.2.2	地形、水文及び地質	2-10
2.2.3	動植物相、保全・保護地域	2-11
2.3	基盤インフラ	2-12
2.3.1	交通	2-12
2.3.2	電力	2-13
2.3.3	上下水道及び雨水排水	2-14
2.3.4	廃棄物管理	2-17
2.4	対象地域のコミュニティに係る社会調査(ベースライン・サーベイ)	2-22
2.4.1	調査内容	2-22
2.4.2	調査結果	2-24
第 3 章	対象地域における上下水道セクターの制度・組織及び財務の現状	3-1
3.1	国家レベル及び州レベルの方針及び法制度、整備・維持方針	3-1
3.1.1	上下水道に係る主な法律等と国家方針	3-1
3.1.2	上下水道の整備に係る整備目標	3-3
3.2	上下水道セクターの組織体制	3-5
3.2.1	上下水道セクターを担う主な組織とその役割	3-5
3.2.2	州公社に委託された上下水道サービスの実施体制	3-6
3.3	SABESP の成り立ち及び機能	3-7

3.3.1	会社概要と歴史	3-7
3.3.2	サンパウロ州政府における SABESP の位置付けと監督機関	3-8
3.3.3	SABESP の組織体制	3-9
3.3.4	SABESP の経営方針	3-10
3.4	上水道セクターの財務概況	3-11
3.4.1	上下水道セクターにおける公的機関と SABESP の投資責任	3-11
3.4.2	対象地域の契約状況	3-11
3.4.3	既存プログラム契約の概要	3-12
3.4.4	州政府の財務状況	3-13
3.5	SABESP の財務状況	3-17
3.5.1	SABESP の財務健全性	3-17
3.5.2	SABESP の収入及び経費の推移	3-19
3.5.3	今後の財務状況の見通し	3-21
3.5.4	SABESP の財務に係るリスク	3-22
3.6	対象地域の上下水道料金	3-23
3.6.1	上下水道事業の料金体系	3-23
3.6.2	料金徴収方法	3-27
3.6.3	料金設定メカニズム	3-27
3.6.4	料金水準の過去推移と将来計画	3-29
3.6.5	上下水道料金に対する市民の意識	3-31
3.7	対象地域における上下水道セクターの組織及び財務に係る課題の整理	3-33
第 4 章 対象地域における上下水道サービス、及び施設の整備状況・運転管理の現状		
		4-1
4.1	調査対象地域における上下水道サービスの現状	4-1
4.1.1	上下水道サービスに係る主な指標	4-1
4.1.2	上下水道サービスに対する市民の意識	4-4
4.2	調査対象地域における上水道施設の整備及び運転維持管理の現状	4-9
4.2.1	上水道システムの概況	4-9
4.2.2	浄水施設の整備状況及び稼働状況	4-15
4.2.3	送配水施設の整備状況	4-18
4.2.4	送配水施設の監視制御	4-19
4.2.5	水質管理システムの現状	4-20
4.2.6	水圧管理システムの現状	4-22
4.2.7	無収水管理システムの現状	4-22
4.3	調査対象地域における下水道施設の整備及び運転維持管理の現状	4-25
4.3.1	下水処理施設の整備状況及び稼働状況	4-25
4.3.2	下水収集施設の整備状況及び稼働状況	4-37
4.3.3	苦情への対応	4-41
4.4	対象地域における公共用水域の水質	4-42
4.4.1	水質モニタリングの体制	4-42
4.4.2	水質汚濁の状況	4-44
4.5	対象地域における実施中又は計画中の主な事業	4-45
4.6	SABESP に対する我が国及び他ドナーによる支援の状況	4-45
4.7	対象地域における上下水道サービス、及び施設の整備状況・運転管理の状況に係る課題	

	の整理	4-48
第 5 章	きれいな波プログラムの全容及び事業実施の妥当性の確認	5-1
5.1	きれいな波プログラムの全体計画	5-1
5.1.1	プログラム全体のスコープと実施スケジュール	5-1
5.1.2	プログラムの下水道整備目標と実施シナリオ	5-4
5.2	きれいな波プログラムの Stage1 及び Stage2 の実績・成果	5-7
5.2.1	Stage1 の実績・成果	5-7
5.2.2	Stage2 の実績・進捗	5-8
5.2.3	前段ステージ事業からの教訓	5-10
5.3	本事業既往計画の概要	5-13
5.4	本事業既往計画における上水道コンポーネントの要点及び課題	5-15
5.4.1	既往計画における SABESP の基本理念・方針	5-15
5.4.2	上位計画及び前段ステージとの整合性	5-15
5.4.3	バイシャーダ・サンチスタ地域全体の水需要予測	5-17
5.4.4	水道施設の基本計画	5-22
5.4.5	Mambu-Branco サブシステムの水需要予測	5-24
5.4.6	工事費用	5-28
5.4.7	工事計画及び実施スケジュール	5-29
5.4.8	建設用地の確保と住民移転	5-30
5.4.9	環境社会配慮	5-30
5.5	本事業既往計画（第 3 フェーズ）における下水道コンポーネントの要点及び課題	5-31
5.5.1	既往計画における SABESP の基本理念・方針	5-31
5.5.2	上位計画との整合性	5-31
5.5.3	下水量予測	5-33
5.5.4	下水収集施設の既往計画	5-41
5.5.5	下水収集施設に係る機械電気設備基本設計	5-44
5.5.6	下水処理施設の基本設計	5-45
5.5.7	工事費用	5-49
5.5.8	工事計画及び実施スケジュール	5-49
5.5.9	建設用地の確保と住民移転	5-50
5.5.10	環境社会配慮	5-51
5.6	本事業実施の妥当性の確認	5-51
5.6.1	本事業実施の妥当性	5-51
5.6.2	妥当性を向上させるための既往計画へのアプローチ	5-53
第 6 章	本事業の計画概要	6-1
6.1	水道コンポーネントの計画	6-1
6.1.1	ペルイバ配水拡張本管	6-2
6.1.2	プライア・グランデ送配水増強施設	6-8
6.2	下水道コンポーネントの計画	6-14
6.2.1	事業対象の流域と対象処理施設の選定	6-14
6.2.2	想定下水量の検討	6-14
6.2.3	雨水時の下水処理場流入水	6-18
6.2.4	下水収集施設の基本レイアウト検討	6-18

6.2.5	下水処理方法の検討	6-20
6.2.6	下水処理施設の更新、拡張計画	6-22
6.3	本事業の全体計画	6-29
6.4	本事業に適用可能な本邦技術の調査	6-31
第7章	概略設計	7-1
7.1	上水送配水管	7-1
7.1.1	配水本管	7-1
7.1.2	既存配水本管からの分岐部	7-3
7.1.3	Boqueirao 配水区配水管網	7-4
7.2	配水池・ポンプ場	7-4
7.2.1	施設配置	7-4
7.2.2	配水池の設計	7-5
7.2.3	ポンプ場の設計	7-6
7.3	下水収集施設	7-7
7.3.1	下水道管路	7-7
7.3.2	ポンプ場	7-10
7.3.3	機械電気設備	7-13
7.4	下水処理場	7-16
7.4.1	概要	7-16
7.4.2	前処理施設	7-21
7.4.3	生物処理	7-22
7.4.4	汚泥処理	7-23
7.4.5	その他	7-23
第8章	施工・調達計画	8-1
8.1	工法検討	8-1
8.1.1	SABESP の技術標準と対象地域の関連法規	8-1
8.1.2	管路の施工方法	8-2
8.1.3	下水処理場および配水池・ポンプ場の施工方法	8-4
8.2	施工安全計画	8-8
8.3	主要資機材の調達先と調達ルート	8-10
8.3.1	一般資機材	8-10
8.3.2	特殊資機材	8-10
第9章	ジェンダー主流化ニーズ調査・分析	9-1
9.1	対象地域のジェンダー問題	9-1
9.1.1	ブラジル国のジェンダー政策・制度と課題	9-1
9.1.2	ブラジル国の水・衛生分野におけるジェンダー課題	9-2
9.1.3	社会調査の結果から伺える対象地域の現状・課題	9-2
9.2	実施機関におけるジェンダー主流化のとりくみ	9-6
9.3	事業枠組み内でのジェンダー課題への対応の活動	9-6
9.4	ジェンダーアクションプラン	9-8

第 10 章 環境社会配慮	10-1
10.1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要	10-1
10.1.1 事業概要	10-1
10.1.2 下水道事業関連施設	10-2
10.1.3 上水道関連施設（送配水管、配水池・ポンプ場）	10-5
10.2 ベースとなる環境及び社会の状況	10-6
10.2.1 自然環境	10-6
10.2.2 社会環境	10-20
10.3 環境社会配慮制度・組織の確認	10-26
10.3.1 ブラジル国の環境影響評価制度	10-26
10.3.2 関係機関の概要	10-26
10.3.3 本プロジェクトの EIA 手続きフロー	10-27
10.3.4 JICA ガイドラインと国内法の比較	10-29
10.4 代替案（事業を実施しない案を含む）の比較検討	10-32
10.4.1 全体計画に対する代替案検討	10-32
10.4.2 既存施設拡張に対する代替案検討	10-32
10.5 スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR	10-34
10.5.1 スコーピング	10-34
10.5.2 環境社会配慮調査の TOR	10-37
10.6 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）	10-37
10.7 影響評価	10-39
10.8 緩和策及び緩和策実施のための費用	10-43
10.9 モニタリング計画	10-44
10.10 実施体制	10-45
10.10.1 工事中	10-45
10.10.2 供用中	10-45
10.11 ステークホルダー協議	10-45
10.12 気候変動対策（適応）に対する本プロジェクトの寄与	10-46
10.12.1 本事業における気候変動対策への寄与の概要	10-46
10.12.2 気候変動に伴う海面上昇の影響検討	10-46
10.12.3 最新施設の導入による省エネ効果	10-47
10.13 サントス湾での海域モニタリング	10-47
10.13.1 サントス湾海域での水質面の問題点	10-47
10.13.2 SABESP による海域モニタリング計画の背景と実施状況	10-48
10.13.3 日本の人口集中地域における海域の流域総合管理（総量規制制度）の紹介	10-51
10.13.4 日本の事例を踏まえたサントス湾の水質モニタリングについての提言	10-52
第 11 章 用地取得計画	11-1
11.1 用地取得・住民移転及び樹木・作物伐採等の必要性	11-1
11.2 簡易住民移転計画策定の基本方針及び必要な手続き	11-2
11.2.1 ブラジルにおける簡易住民移転計画策定の基本方針	11-2
11.2.2 JICA 事業実施における簡易住民移転計画策定の基本方針	11-4
11.3 人口センサス調査、財産・用地及び社会経済調査	11-5

11.4	用地取得関連の現地法制度	11-6
11.4.1	当該国における用地取得に関連する法制度.....	11-6
11.4.2	JICA の非自発的住民移転に関する基本方針	11-7
11.4.3	JICA ガイドラインと国内法の比較.....	11-8
11.4.4	本事業の実施に向けて新たに発生する用地取得	11-11
11.4.5	本事業の実施により一時的に影響を与え得る地域.....	11-14
11.5	実施機関による用地取得の方針	11-15
11.5.1	実施機関による用地取得の方針.....	11-15
11.5.2	実施機関による補償の内容	11-15
11.6	苦情処理メカニズム	11-17
11.6.1	SABESP における苦情処理の枠組み	11-17
11.6.2	SABESP における苦情処理の手順.....	11-18
11.6.3	苦情処理の枠組みへの提言	11-18
11.7	用地取得の実施体制及び実施責任機関	11-19
11.7.1	事業実施ユニット立ち上げ以前の実施体制.....	11-19
11.7.2	事業実施ユニット立ち上げ後の実施体制	11-19
11.8	実施スケジュール	11-20
11.9	費用と財源.....	11-21
11.10	モニタリング及び実施管理体制	11-21
11.10.1	用地取得実施のモニタリング	11-21
11.10.2	モニタリングの実施体制	11-22
第 12 章	概略事業費の積算	12-1
12.1	概略工事費の算出方法.....	12-1
12.2	概略工事費の算定と SABESP 事前調査および類似事業との比較.....	12-2
12.3	価格高騰可能性の検討及び感度分析.....	12-8
第 13 章	運営・維持管理.....	13-1
13.1	本事業で建設する施設の運営・維持管理を行う組織	13-1
13.2	運営・維持管理に係る予算措置	13-3
13.3	類似施設の運営・維持管理に係る SABESP の実績.....	13-4
13.4	バイシャーダ・サンチスタ地域における既存施設の運営・維持管理に係る SABESP の体制および活動状況	13-4
13.4.1	運営・維持管理の実施体制	13-4
13.4.2	下水収集施設の運営・維持管理に係る体制と活動状況	13-5
13.4.3	下水処理場の運営・維持管理に係る体制と活動状況	13-7
13.4.4	上水道施設の運営・維持管理に係る体制と活動状況	13-8
13.5	運営・維持管理に係る提言	13-10
第 14 章	事業実施計画	14-1
14.1	実施機関及びその他関係機関等を含めた事業全体の実施体制.....	14-1
14.2	実施機関内の実施体制.....	14-2
14.2.1	実施機関の当該類似事業実施の経験.....	14-2
14.2.2	本事業の実施体制.....	14-2
14.2.3	事業実施部門の所掌業務、組織構造、人員体制	14-5

14.2.4	実施体制に係るリスク分析と提言	14-6
14.3	事業調達計画	14-7
14.3.1	パッケージング計画	14-7
14.3.2	事業の段階的实施	14-10
14.3.3	施工業者の調達方法と契約条件	14-11
14.4	コンサルタントの調達方法と契約条件	14-15
14.4.1	コンサルタントの調達方法	14-15
14.4.2	TOR	14-16
14.5	事業実施スケジュール	14-18
14.5.1	事業実施に必要な許認可と認可取得に必要な期間	14-18
14.5.2	事業実施スケジュール	14-18
14.6	財務計画	14-23
14.6.1	想定される円借款供与条件と供与対象	14-23
14.6.2	事業費用と資金計画	14-24
第 15 章	経済・財務分析	15-1
15.1	経済・財務分析の前提条件	15-1
15.1.1	分析の前提条件	15-1
15.1.2	事業の範囲分け	15-1
15.2	財務分析	15-3
15.2.1	財務費用	15-3
15.2.2	財務収入	15-3
15.2.3	財務分析の結果	15-5
15.3	経済分析	15-6
15.3.1	経済費用	15-6
15.3.2	経済便益	15-7
15.3.3	経済分析の結果	15-14
15.3.4	感度分析	15-15
第 16 章	事業の運用・効果指標	16-1
16.1	定量的効果及び定性的効果の評価	16-1
16.1.1	定量的効果および定性的効果の項目	16-1
16.1.2	下水道コンポーネントによる定量的効果の算定	16-2
16.1.3	水道コンポーネントによる定量的効果の算定	16-7
16.2	定量指標（運用・効果指標）の検討	16-8
第 17 章	結論及び提言	17-1
17.1	結論	17-1
17.1.1	事業の評価	17-1
17.1.2	事業に関わるリスクと回避策、緩和策および対応策	17-4
17.2	提言	17-6

ブラジル国サンパウロ州沿岸部衛生・環境改善事業

【有償勘定技術支援】準備調査報告書

添付資料 目 次

- 添付資料 1.1 各市の詳細 (City profile)

- 添付資料 2.1 対象地域の気温 (月平均気温、最高気温、最低気温) 及び降水量
- 添付資料 2.2 保全・保護地域
- 添付資料 2.3 洪水発生に対する感度(Suscetibilidade a inundações)
- 添付資料 2.4 社会調査 TOR

- 添付資料 3.1 上下水道サービスに係る全ての各指標
(PLANSAB2019 及び PLANSAB2013 との比較)
- 添付資料 3.2 SABESP の財務諸表 (2016 年～2020 年)
- 添付資料 3.3 連邦政府、地域開発省及び州政府組織図
- 添付資料 3.4 SABESP の組織全体図

- 添付資料 4.1 SABESP の事業全体に係る各指標値の推移
- 添付資料 4.2 バイシャーダ・サンチスタの水道システム詳細図 (北部・中部)
- 添付資料 4.3 各河川流域の分布図及び水資源賦存量
- 添付資料 4.4 損失水削減対策
- 添付資料 4.5 各下水処理場の流入水質・放流水質
- 添付資料 4.6 河川水質基準、現地の排水水質基準及び対象域の下水/河川の水質について
(コンセプトスタディ・レビュー)
- 添付資料 4.7 既存下水処理場の現地踏査報告と現地写真 (2021 年 7 月)
- 添付資料 4.8 重金属類のモニタリング結果の詳細

- 添付資料 4.9 既存下水収集施設の整備状況詳細
- 添付資料 4.10 既存施設および建設中の下水収集施設のフロー図
- 添付資料 4.11 各ドナーからの回答

- 添付資料 5.1 事業対象図(各市)
- 添付資料 5.2 SABESP の下水道整備目標および計画事業リスト
- 添付資料 5.3 きれいな波プログラム Stage1 の計画及び実績
- 添付資料 5.4 きれいな波プログラム Stage2 Phase1 の実績
- 添付資料 5.5 Boqueirão 配水区の水需要予測検証
- 添付資料 5.6 事業費用・実施スケジュールの整理
(上水道・SABESP プレゼンテーション資料)
- 添付資料 5.7 下水量の計算表
- 添付資料 5.8 各処理区の下水道管路計画図
- 添付資料 5.9 各処理区の下水フロー

- 添付資料 5.10 事業費用・実施スケジュールの整理
(下水道・SABESP プレゼンテーション資料)
- 添付資料 5.11 詳細設計の事業実施スケジュール
- 添付資料 5.12 事業実施スケジュール(管路)
- 添付資料 5.13 水消費動向(2010年～2020年)
- 添付資料 5.14 消費水量最大月及び最小月の月間消費水量(2010年～2020年)
- 添付資料 5.15 既往計画における本事業の下水道管路の計画 (各処理区詳細)
- 添付資料 5.16 既往計画における本事業のポンプ場計画 (各処理区詳細)

- 添付資料 6.1 現場踏査報告書 (下水収集施設)
- 添付資料 6.2 下水量の見直し計算
- 添付資料 6.3 本邦技術の詳細情報

- 添付資料 7.1 概略設計図面 (上水送配水管、配水池・ポンプ場)
- 添付資料 7.2 概略設計図面 (下水収集施設)
- 添付資料 7.3 下水道管基礎構造
- 添付資料 7.4 戸別接続方法
- 添付資料 7.5 マンホール一般図
- 添付資料 7.6 推進工法路線一般図
- 添付資料 7.7 概略設計図面 (下水処理場)
- 添付資料 7.8 機器リスト (拡張後)

- 添付資料 8.1 NTS の主要関連項目の記載事項の概要
- 添付資料 8.2 各工法の適用箇所 (開削工法／非開削工法)
- 添付資料 8.3 各管路および施設の概略工事工程表
- 添付資料 8.4 各施設の施工ステップ図および場内施工動線
- 添付資料 8.5 既存施設の撤去から別位置に新設する施設の施工時の留意点
- 添付資料 8.6 前段円借款事業の内貨・外貨の内訳

- 添付資料 10.1 河川における水質調査の結果
- 添付資料 10.2 ブラジル国表流水水質基準
- 添付資料 10.3 既存下水処理場毎の環境社会配慮調査結果 (予測結果を含む)
- 添付資料 10.4 既存下水処理場毎の環境影響評価
- 添付資料 10.5 環境チェックリスト (15. 下水道)
- 添付資料 10.6 モニタリングフォーム

- 添付資料 11.1 用地取得関連法令

- 添付資料 12.1 概略工事費の詳細
- 添付資料 12.2 Cálculo Exato および FIPE の各関連指標
- 添付資料 12.3 SABESP 事前調査と比較した設備機器の変更点
- 添付資料 12.4 各下水処理場の維持管理費の実績データ
- 添付資料 12.5 ブラジル国内の類似事業の一覧と関連資料

- 添付資料 14.1 コンサルタント TOR

添付資料 15.1 追加的な上水量と裨益家庭数の予測値

添付資料 15.2 財務分析の計算書

添付資料 15.3 便益の計算書

添付資料 15.4 経済分析の計算書

添付資料 16.1 下水処理場の処理水量および稼働率の予測

添付資料 16.2 下水収集施設整備エリアの接続数および収集下水量の予測

添付資料 16.3 既存施設の改善による下水処理水の回復量

添付資料 16.4 水道コンポーネントの配水量および稼働率の予測

添付資料 17.1 水道コンポーネントの代替スコープとして考え得る下水道管路整備エリア

ブラジル国サンパウロ州沿岸部衛生・環境改善事業
【有償勘定技術支援】準備調査報告書

Abbreviations

AAB	配管(原水) / Adutora de Agua Bruta
AAT	配管(処理水) / Adutora de Agua Tratada
ABNT	設計基準 / Associação Brasileira de Normas Tecnicas
ANA	水・衛生室 / Agencia Nacional de Aguas e Saneamento Básico
ANEEL	国家電力庁 / Agência Nacional de Energia Elétrica
A-RAP	Abbreviated RAP / RAP abreviado
ARSESP	サンパウロ州公共サービス監督機構 / Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo
ATP	支払可能額 / Affordability to Pay
BHBS	バイシャーダ・サンチスタ流域 / Bacia Hidrográfica da Baixada Santista
BOD	生物化学的酸素要求量 / Procura Bioquímica de Oxigênio
BOQ	数量計算書 / Bill of Quantities
CAPEX	資本的支出 / Despesa de Capital
CBH-BS	バイシャーダ・サンチスタ流域委員会 / Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista
CCO	運転管理センター / Operational Control Centre
CDSS	サン・セバスティアン州港湾局 / Companhia Docas de São Sebastião
CDHU	サンパウロ州都市開発部 / Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo
CEO	最高経営責任者 / Chief Executive Officer
CESB	上下水道公社 / Companhia Estadual de Saneamento Básico
CETESB	サンパウロ州環境公社 / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIPA	内部事故防止委員会 / Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CITES	絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約 / Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies de Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção
COD	化学的酸素要求量 / Procura Química de Oxigênio
CODESP	サンパウロ州港湾局 / Companhia Docas do Estado de São Paulo
CONAMA	環境審議会 / Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONDEPHAAT	歴史的、考古学的、芸術的、観光遺産の防衛のための評議会 / Conselho para a Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico
CR	絶滅寸前種 / Criticamente Ameaçado
DAEE	水・電力部 / Departamento de Aguas e Energia
DER	高速道路局 / Departamento de Estradas de Rodagem
DI	ダクタイル鋳鉄管 / Ductile Iron Pipe
DO	溶存酸素 / Oxigênio Dissolvido

DV	ドメスティックバイオレンス / Violência Doméstica
EEAB	ポンプ場(原水) / Estacao Elevatoria de Agua Bruta
EEAT	ポンプ場(上水) / Estacao Elevatoria de Agua Tratada
EEE	ポンプ場(下水) / Estacao Elevatoria de Esgotos
EIRR	経済的内部収益率 / Economic Internal Rate of Return
EIA	環境アセスメント / Avaliação de Impacto Ambiental
EMAE	都市圏水・電力公社 / Empresa Metropolitana de Aguas e Energia S/A
EMoP	環境モニタリング計画 / Environmental Monitoring Plan :
EMP	環境管理計画 / Environmental Management Plan :
EN	絶滅危惧 / Ameaçado de Extinção
E/N	交換公文 / Exchange of Notes
ENAA	一般財団法人エンジニアリング協会 / Engineering Advancement Association of Japan
ENPV	財務的純現在価値 / Expected Net Present Value
EPC	簡易処理施設 / Estacao de Pre-Condicionamento
ETA	浄水場 / Estação de Tratamento de Água
ETE	下水処理場 / Estacao de Tratamento de Esgotos
FAO	国際連合食糧農業機関 / Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FIDIC	国際コンサルティング・エンジニア連盟 / International Federation of Consulting Engineers
FIPE	経済調査研究財団 / Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
FIRR	財務的内部収益率 / Financial Internal Rate of Return
FRP	繊維強化プラスチック / Plásticos Reforçados com Fibra
GBV	ジェンダーに基づく暴力 / Violência Baseada em Gênero
GDP	国内総生産 / Produto Interno Bruto
GHG	温室効果ガス / Green House Gas
GNI	国民総所得 / Renda Nacional Bruta
GRP	ガラス繊維強化プラスチック(Glass-Reinforced Plastics) / Plásticos reforçados com fibra de vidro
HDI	人間開発指数 / Human Development Index
HDPE	高密度ポリエチレン / High-density Polyethylene
HP	馬力(Horse Powwer) / Poder do cavalo
HHWL	既往最高水位 / Highest High Water Level
HWL	高水位 / High Water Level (Alto nível de água)
IADB(IDB)	米州開発銀行 / Banco Interamericano de Desenvolvimento
IAP	水道水源としての利用を目的とした水域の水質指数 / Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público
IG	地質研究所 / Instituto Geológico
IBAMA	ブラジル環境・再生可能天然資源院 / Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE	ブラジル地理統計院 / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRD	国際復興開発銀行 / Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento
ICB	国際競争入札 / International Competitive Bidding
ICMBio	シコ・メンデス生物多様性保全研究所 / Chico Mendes Institute of Conservation and Biodiversity
ICR	定期回収サービス指標 / Indicador do Serviço de Coleta Regular
ICS	選択的収集サービス指標 / Indicador do Serviço de Coleta Seletiva
ICTEM	各市の下水収集・処理に関する指標 / Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município
IDEA	民主主義・選挙支援国際研究所 / Instituto para a Democracia e Assistência Eleitoral
IET	富栄養化指数 / Índice do Estado Trófico
IFC	国際金融公社 / Corporação Financeira Internacional
IGQ	品質 (Q) 指標 / Índice Geral de Qualidade
IGR	廃棄物管理指数 / Índice de Gestão de Resíduos
IL	設置ライセンス / Installation License
IoT	モノのインターネット(Internet of Things) / Internet das Coisas
IPCA	12カ月のインフレ率 / Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IQA	水質指数 / Índice de Qualidade das Águas
IQR	処分場の品質に関する指標 / Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos
ITCZ	熱帯収束帯 / Intertropical Convergence Zone
IUCN	国際自然保護連合 / União Internacional para a Conservação da Natureza
JETRO	日本貿易振興機構 / Organização de Comércio Exterior do Japão
JICA GL	JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010) / Diretrizes da JICA para Considerações Ambientais e Sociais(2010)
JSSS	JICA 安全標準仕様書 / JICA Standard Safety Specification
KBAs (IBAs)	生物多様性の保全の鍵になる重要な地域(Key Biodiversity Area) / Área chave da biodiversidade
L/A	円借款契約 / Loan Agreement
LC	低リスク / Menos Preocupação
LCB	現地競争入札 / Local Competitive Bid
LWL	低水位 / Low Water Level (baixo nível de água)
MDR	地域開発省 / Ministério do Desenvolvimento Regional
MND	非開削工法 / Métodos Não-Destructivos
MMA	環境省 / Ministério do Meio Ambiente
NBR	ブラジル標準規格 / Brazilian National Standards
NDB	新開発銀行 / Novo Banco de Desenvolvimento
NT	準絶滅危惧 / Quase Ameaçado
NTS	SABESP 技術標準 / Norma Técnica SABESP:
OD	オキシデーション・ディッチ / Oxidation ditch (vala de oxidação)

OECD	経済協力開発機構 / Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OL	きれいな波プログラム / Programa Onda Limpa
OL	操業ライセンス / Operation License
OPEX	事業運営費 / Despesas de funcionamento
PAC	ポリ塩化アルミニウム / Polyaluminum chloride (Cloreto de poli alumínio)
PDAABS	水道マスタープラン / Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista
PE	ポリエチレン / Polyethylene
PEMALM	サンパウロ州における海洋ごみのモニタリングと評価のための戦略的計画 / Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo
PL	事前ライセンス / Prior License
PLANASA	国家衛生計画 / Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB	国家基礎衛生計画 / Plano Nacional de Saneamento Básico
PLC	プログラマブルロジックコントローラ / Controlador Lógico Programável
PM	プロジェクトマネージャー / Gestor de Projecto
PMISB	地方公衆衛生計画 / Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico
PQ	事前資格 / Pre-Qualification
PVC	ポリ塩化ビニル / Polyvinyl Chloride
QBS	技術評価 / Quality-Based Selection
QCBS	質と価格による選定 / Seleção Baseada na Qualidade e no Custo
RAP	住民移転計画 / Resettlement Action Plan
RAP	初期環境調査報告書 / Relatório Ambiental Preliminar
RC	鉄筋コンクリート / Betão Armado
RE	地域監理部 / Gestão de Empreendimentos de Sistemas Regionais
RFP	プロポーザル要請書 / Request for Proposal
RIDE	地域経済開発 / Integrated Regions of Economic Development
RIMA	環境影響報告書 / Environmental Impact Report
RMBS	バイシャーダ・サンチスタ都市圏 / Região Metropolitana da Baixada Santista
RO	地域運転管理部 / Gestão e Desenvolvimento Oper. De Sistemas Regionais
RS	バイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニット / Unidade de Negócio Baixada Santista
RSO	浄水場、下水処理場、上下水道のポンプ場の維持管理：管理・機能維持部 / Divisão de Gestão e Desenvolvimento Operacional
RSOC	バイシャーダ・サンチスタ地域衛生管理課 / Divisão de Controle Sanitário da Baixada Santista
RST	下水処理場、浄水場、上下水道のポンプ場の運営：浄水・下水処理部 / Divisão de Produção de Água e Tratamento de Esgoto
SABESP	サンパウロ州上下水道公社 / Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SCADA	監視制御設備 / Supervisory Control and Data Acquisition

SCF	標準変換係数 / Standard Conversion Factor
SEADE	州データ統計財団 / Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SESC	トレードソーシャルサービス(市最大の商業地域) / Serviço Social do Comércio
SHI	民間健康保険 / Saúde Suplementar
SIMA	インフラ・環境局 / Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
SNIS	国家衛生情報システム / Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	都市省・環境・衛生監督庁(連邦衛生局) / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades
SP	鋼管 / Steel Pipe
SPM	女性政策事務局 / Secretaria de Política da Mulher
SS	懸濁物質 / Sólidos em Suspensão
STD/STI	性感染症 / Sexually Transmitted Diseases, Sexually Transmitted Infections
SUS	統一保健医療システム / Sistema Único de Saúde
TB	バイシャーダ・サンチスタ環境改善プログラム監理部 / Gestão do Programa de Recuperação Ambiental da Baixada Santista
TBA	調整課・水道 / Coordenadoria de Empreendimentos de Água
TBL	調整課・北部沿岸上下水道 / Coordenadoria de Empreendimentos de Água e Esgoto no Litoral Norte
TBN	調整課・北部下水道 / Coordenadoria de Empreendimentos de Esgoto Norte
TBP	計画・監理課 / Departamento de Planejamento e Contorole
TBS	調整課・南部下水道 / Coordenadoria de Empreendimentos de Esgoto Sul (excluir o nome do Rogerio)
TBT	技術課 / Departamento Técnico
T-N	全窒素量 / Nitrogénio Total
TOR	委託事項 (Terms of Reference) / Termos de Referência
T-P	全リン量 / Fósforo total
Trcf	規制・管理・検査費用 / Regulação, gestão, custo dos testes
UGP	事業実施ユニット / Unidade de Gestao do Programa
UGRH	水資源管理ユニット / Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
uPVC	硬質塩化ビニル管 / Unplasticized polyvinyl chloride
UV 計	有機性汚濁物質測定装置 / Ultraviolet
VU	危急 / Vulnerável
WACC	加重平均資本コスト / Weighted Average Cost of Capital
WB	世界銀行 / World Bank (Banco mundial)
WTP	支払意思額 / Willingness to Pay
WWTP	下水処理場 / Wastewater Treatment Plant (Estação de tratamento de águas residuais)

為替レート (2022年3月)

1 米ドル (USD)	= 115.555 円
1 レアル (BRL)	= 22.3878 円

第1章 序論

1.1 調査の背景

ブラジル連邦共和国（以下、ブラジル国）のサンパウロ州はブラジル国の人口の約 20%、経済の約 30%を占める工業州であり、本邦企業を含む多くの外国籍企業が進出し、世界最大の日系社会も擁する。バイシャーダ・サンチスタ地域と呼ばれる同州の沿岸部 9 市には約 186 万人（2019 年）が居住し、ブラジル国最大の港・サントス港や州内有数の工業都市のほか、海水浴場を擁する観光地も抱える。当該地域の人口増加率は州平均の 1.2 倍であるうえ、観光シーズンには人口が平時の約 2 倍に膨れ上がり、人口動態に応じた安定給水へのニーズが高い。加えて、下水道整備の遅れにより未処理汚水が沿岸や河川へ放流され、衛生環境の悪化が社会問題となっている。

バイシャーダ・サンチスタ地域では、サンパウロ州上下水道公社（Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo : SABESP）が水・衛生事業を所管する。SABESP は沿岸部の水・衛生改善を目的として 2007 年より「きれいな波プログラム（Programa Onda Limpa）」を実施している。同プログラムは現在 Stage2 が実施されており、前段の Stage1 は円借款による「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業（I）（II）」（以下、前段円借款事業）を通じて実施された。同事業を通じて上下水道の普及率は向上したが、その後も人口の流入は続き、下水収集・処理の改善を通じた更なる衛生環境改善および水道水の安定供給はなお喫緊の課題である。SABESP は引き続き「きれいな波プログラム」の実施を最優先事項として位置付け、「サンパウロ州沿岸部衛生・環境改善事業」（以下、本事業）への支援を JICA に要請した。

1.2 調査の概要

1.2.1 調査の目的

本調査は、本事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営維持管理体制、環境及び社会面の配慮等、円借款事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とした。

1.2.2 調査の内容

本調査は、以下の上下水関連施設の拡張・新設、コンサルティング・サービスを対象とした。

1) 下水関連施設

- ① 下水処理場の拡張（10 箇所）・新設（1 箇所）¹
- ② 下水道幹線（約 37 km）、枝線管渠・圧送管（約 291 km）、下水道戸別接続（約 16,000 戸）²

2) 上水関連施設

- ① 配水池の新設（1 箇所）
- ② 上水道配管の新設（約 35 km）

3) コンサルティング・サービス（詳細設計/入札書類作成、入札補助、施工監理等）

1.2.3 調査の対象地域

本調査の対象地域は巻頭に示すバイシャーダ・サンチスタ地域の 9 市（ペルイベ市³、イタニャエン市、サン・ピセンテ市、プライア・グランデ市、モンガグア市、クバトン市、サントス市、グアルジャ市、ベルチオガ市）である。各市のプロフィールを添付資料 1.1 に示す。

1.3 調査工程

作業項目と調査工程を図 1.1 に示す。本調査は、2021 年 2 月下旬に開始し、当初は 2021 年 10 月下旬の終了を予定していた。しかし COVID-19 の蔓延により SABESP 職員の勤務制限や現地踏査への制限の影響等があり、環境調査の着手を当初予定より遅らせざるを得なかった。そのため、調査期間は当初予定より約 4 ヶ月延長され、準備調査報告書は 3 月初旬の提出予定である。なお、本調査には調査団の現地渡航は含まず業務は全て国内作業で行った。

作業項目	2021年												2022年		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
(1) 事前準備及びインセプション・レポートの作成、説明及び協議		■													
(2) 第一段階: 既存資料に基づく確認及びレビュー作業			■	■											
(3) インタリム・レポートの作成、説明及び協議				■	■										
(4) 第二段階: 円借款検討資料の作成			■	■	■	■	■	■	■	■	■				
(5) 準備調査報告書の作成								■	■	■	■	■	■	■	

出典: 調査団作成

図1.1 調査工程計画

¹ Guarau 地区の新規建設（1 箇所）は SABESP の意向により調査対象から除外された。

² Guarau 地区の下水道幹線 37km・枝線管渠（圧送管）4km、戸別接続 1,150 戸は、SABESP の意向により調査対象から除外された。

³ 前述の注記 1)・2)の通り、SABESP の意向によりペルイベ市の Guarau 地区は調査対象地域から除外することを決定された。従って、本報告書の 2 章以降では、Guarau 地区を除いた調査対象地域に関して記載する。

1.4 調査の実施体制

本調査の実施体制を表 1.1 に示す。本調査では「10) 環境社会-2」を除く全団員が国内で作業に当たり、団員それぞれに対して現地の特殊傭人が一人ずつ支援を行う体制を構築した。SABESP との日常的なコミュニケーションは特殊傭人が担い、団員と SABESP との協議はオンラインツール（主に Microsoft Teams）を活用して実施した。

表1.1 調査の実施体制

役割 / 専門	氏名	所属先
1) 業務主任者 / 上下水道計画	萩原 隆之 (Takayuki Hagihara)	日本工営株式会社
2) 施設計画 (上水道)	蛭田 隆司 (Takashi Hiruta)	日本工営株式会社
3) 施設計画 (下水道) -1	藤井 雅之 (Masayuki Fujii)	日本工営株式会社
4) 施設計画 (下水道) -2	花房 政英 (Masahide Hanabusa)	日本工営株式会社
5) 機械・電気設備計画 (上下水道)	陸田 嘉治 (Yoshiharu Rikuta)	日本工営株式会社
6) 施工・調達計画 / 積算	中島 貴史 (Takashi Nakajima)	日本工営株式会社
7) 経済財務分析	村上 武士 (Takeshi Murakami)	日本工営株式会社
8) 地域開発 / 社会調査	守満 美紀 (Miki Morimitsu)	日本工営株式会社
9) 環境配慮-1	榎木 淳子 (Junko Masaki)	日本工営株式会社
10) 環境配慮-2	クリスティーナ キルヒナー デ アゼヴェド (Cristina Kirchner de Azevedo)	中南米工営株式会社
11) 社会配慮	大野 雪子 (Yukiko Ohno)	日本工営株式会社
12) 自然条件調査	田中 裕夏子 (Yukako Tanaka)	日本工営株式会社

出典: 調査団作成

第2章 事業を取り巻く対象地域の現状

2.1 社会状況

2.1.1 政治および行政

ブラジル国は連邦共和制（大統領制）で、2019年1月にジャイル・メシアス・ボルソナーロ大統領が就任している。大統領は行政府の長でもあり、閣僚の任免権や軍の指揮権も有している。大統領は国民の直接選挙によって選出され、再選が認められるのは1回のみである。現大統領は一期目であり、4年の任期は2022年12月31日までである。次期の大統領選挙は2022年10月2日から23日までを予定しており、2021年11月現在、現職大統領は再選に向けた準備を進めている。

連邦政府は各省、各特別行政庁、軍から構成される。連邦政府には23の省が存在し、上下水道を含む衛生セクターは地域開発省（Ministério do Desenvolvimento Regional : MDR）が管轄する。また、省と同等の格を有する庁が大統領府の補助機関として存在している。各省庁の責任者は国務大臣の格を有し、大統領を補佐する。議会は二院制（上院81名・下院513名）で、上院は任期8年、下院は任期4年となっている。

サンパウロ州は、ジョアン・ドリア州知事の直接統括の下に保健、教育、輸送、保安、財務、社会開発、環境等を担当する全26局があり⁴、16財団、28独立法人、18公社、1機関により構成される⁵。SABESPは18公社のうちの一つであり、インフラ・環境局（Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente）を構成する5組織のうちの一つでもある⁶。連邦議会下院におけるサンパウロ州の議席数は70で、33の政党が存在している。次期の州知事選挙は、大統領選挙と同期間（2021年12月時点で2022年10月の予定）に実施される。

2.1.2 行政区境及び人口動態

図2.1に示すようにブラジル国は「エスタード」と称される26の州と1つの連邦直轄区（首都ブラジリア）の計27州から構成され、それらは北部、北東部、中西部、南東部、南部の5つの地域に区分される。各州は下位の地方自治体としてムニシピオ（一般的な市および郡に相当。以下、「市」と表記）に分けられ、全国で5,564の市（2018年時点）が存在する⁷。各州政府は、州の専権事項に関して独自の州憲法を定める権限があり、米国同様、州の独立性が高い⁸。また、1988年の憲法に定められる連邦、州、市に対する税収配分は、州以下の行政に手厚い配分になっており、

⁴ サンパウロ州政府ウェブサイト(<http://perfil.sp.gov.br/admD.asp>)

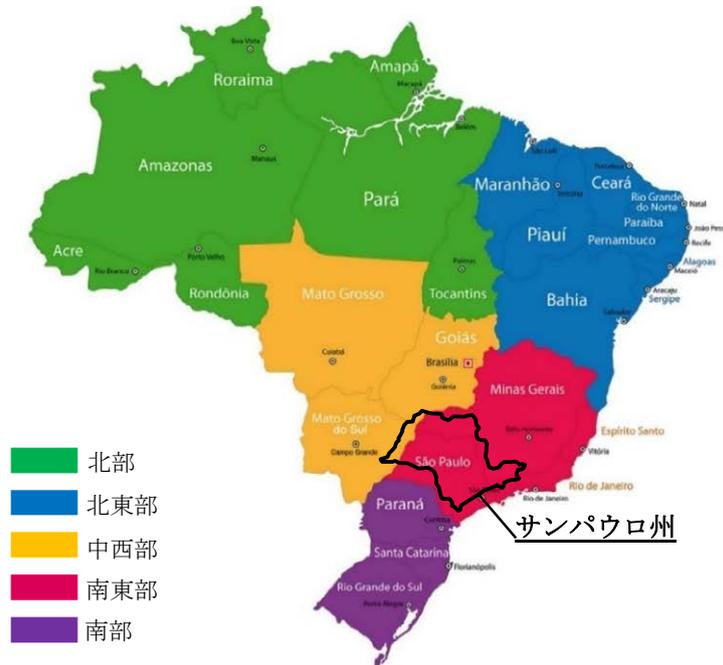
⁵ サンパウロ州の体制(<https://www.saopaulo.sp.gov.br/orgaos-e-entidades>)、サンパウロ州 HP, 2021年

⁶ 州政府の組織構成は第3章3.3.2節参照

⁷ 豊橋市ブラジル通信(<http://www.city.toyohashi.lg.jp/secure/61960/Brazil%20letter%20No.1.pdf>)、2018年

⁸ ブラジルの概況と開発動向 (https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hyouka/kunibetu/gai/brazil/pdfs/kn09_03_01.pdf)、外務省

地方の財政上の独立性・自立性が確保されている。一方、州や市のあいだでは経済的生産性にばらつきがあり、それに応じて財政上の自立性にも差異が生じている⁹。



出典: baixarmapas.com.br, 2020

図2.1 ブラジル国の地域区分と州構成

ブラジル国全体の推計人口は2018年世界銀行の統計によると約2億950万人（白人48%、混血43%、黒人8%、アジア系1%）、人口密度は24.8人/km²である。同年のサンパウロ州の推計人口は約4,600万人（白人64%、混血29%、黒人5%、アジア系2%）、人口密度は166.23人/km²で、ブラジル国総人口の22%を占めている¹⁰。また、サンパウロ州には645の市が存在し、ブラジル国全体の市のうちの12%を占めている¹¹。

本調査の対象地域であるバイシャーダ・サンチスタ地域はサンパウロ州の沿岸部に位置する9市を指す。各市の人口動態を表2.1及び図2.2に示す。同地域の2018年の推計人口は約185万人でサンパウロ州の総人口の4%程度に留まるが、これに加えて年間で約86万人程度の観光人口が存在する¹²。市ごとでは、既に飽和しているサントス市を除いて全市の人口が増加中であり、2010年以降、特にプライア・グランデ市とサン・ビセンテ市の人口増加率の高さが顕著である。

なお、ブラジル国の国勢調査は通常10年に1度実施されるが、2020年に予定されていた国勢調査はCOVID-19の影響で調査予算が当初の10%未満まで削減されたことが原因で延期となり、最新の統計情報は2010年国勢調査である。延期された国勢調査は2021年中の実施が予定されていたが、2021年5月14日、再度1年延期し2022年に行うことが最高裁判所で認められた¹³。その後、経済省から国勢調査の実施機関であるブラジル地理統計院（Instituto Brasileiro de Geografia

⁹ ブラジルの概況と開発動向(https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hyouka/kunibetu/gai/brazil/pdfs/kn09_03_01.pdf), 外務省

¹⁰ ブラジルの基礎データ・経済概況, 岩井コスモ証券, 2021年4月

¹¹ 管轄3州におけるコロナウイルス関連情報 (<https://www.sp.br.emb-japan.go.jp/files/100145916.pdf>), 在サンパウロ日本国総領事館 2021年

¹² SABESPが行った本事業のコンセプト・スタディ（事業計画書）より。コンセプト・スタディについては5.3節参照

¹³ STF decide que censo deverá ser realizado em 2022, Agência Brasil(<https://agenciabrasil.ebc.com.br/justica/noticia/2021-05>)

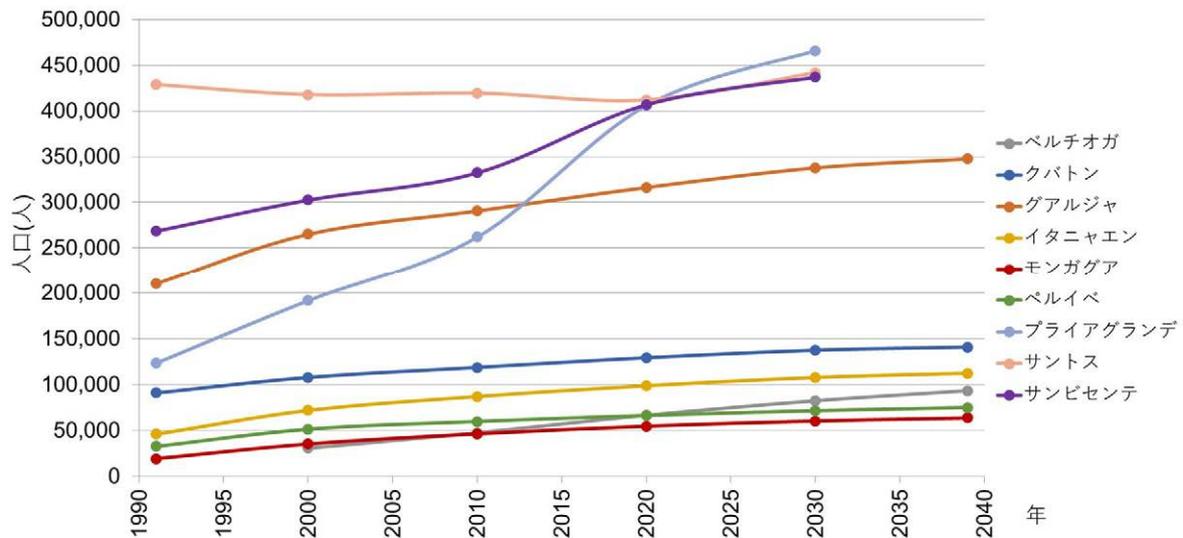
e Estatística: IBGE) に対して予算の補填が行われることとなった。2021年8月時点、IBGEは2022年10月の大統領選挙前の調査完了を目指し、2022年1月から3月に調査員選考、6月から9月に調査を実施するべく準備を進めている¹⁴。

表2.1 バイシャーダ・サンチスタ地域の各市の人口動態

市	設立年	行政面積	居住人口 (2010年国勢調査)	居住人口 (2020年推計)	年平均人口増加率 (2010年～2020年)	観光人口 (2020年推計)
ベルチオガ	1991年	491.6 km ²	47,645人	66,648人	3.42%	34,286人
クバトン	1832年	142.9 km ²	118,720人	129,145人	0.85%	2,855人
グアルジャ	1934年	144.8 km ²	290,696人	316,405人	0.85%	143,619人
イタニャエン	1532年	601.7 km ²	87,057人	98,757人	1.27%	120,047人
モンガグア	1958年	143.2 km ²	46,293人	54,610人	1.67%	92,632人
ペルイベ	1985年	326.2 km ²	59,773人	66,201人	1.04%	58,763人
プライア・グランデ	1532年	149.3 km ²	262,051人	405,978人	4.48%	319,063人
サントス	1546年	281.1 km ²	419,400人	411,866人	-0.19%	61,465人
サン・ピセンテ	1532年	148.1 km ²	332,445人	406,868人	2.05%	31,639人

注: コンセプト・スタディ(5.3節参照)対象の6市は SEADE、PMISB(クバトン市)の人口推計値、それ以外の3市は IBGE の人口推計値を記載している。

出典: CBH-BS(2018), Concept Study (SEADE(2015), PMISB(2010)), evisão é Atualização PLAN DIRECTOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA SANTISTA (2010, IBGE の推計)にもとづいて調査団作成



出典: Concept Study (SEADE(2015), PMISB(2010)), Revisão é Atualização PLAN DIRECTOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA SANTISTA (2010, IBGE の推計)に基づいて調査団作成

図2.2 バイシャーダ・サンチスタ地域の各市の人口推移(実績値と将来予測)

¹⁴ IBGE se prepara para coleta do Censo em junho de 2022 (<https://noticias.r7.com/brasil>), 2021年7月

2.1.3 経済及び産業

(1) 実質 GDP の成長率と産業構造

ブラジル国の2014年から2020年の実質GDP（2018年基準）とその増加率の推移を表2.2に示す。実質GDPは物価上昇の影響を排除することで実質的な経済規模を示している。2015年から2017年に生じたブラジル経済危機の影響を受け、同期間の実質GDPの平均成長率は全国、サンパウロ州、バイシャーダ・サンチスタ地域でそれぞれ-1.2%、-1.6%、-0.4%とマイナス成長であった。2019年はプラス成長となったが、2020年はCOVID-19によるロックダウン等の影響を受け-3.6%と再度マイナス成長となっている。また、バイシャーダ・サンチスタ地域の産業別のGDPは、観光業を中心とした民間セクター（56.9%）、工業セクター（17.6%）、公共セクター（14.0%）の順に多くなっている。各市の産業構造と総GDPについて、添付資料1.1に示す。

表2.2 ブラジル国及び対象地域の実質GDPと成長率の推移

年	全国		サンパウロ州		バイシャーダ・サンチスタ地域	
	実質GDP (2018年価格) (百万レアル)	増加率	実質GDP (2018年価格) (百万レアル)	増加率	実質GDP (2018年価格) (百万レアル)	増加率
2014	7,513,448	0.8%	2,415,915	0.8%	68,208	5.5%
2015	7,227,967	-3.8%	2,338,567	-3.2%	71,516	4.9%
2016	7,025,865	-2.8%	2,284,780	-2.3%	66,708	-6.7%
2017	6,827,166	-2.8%	2,198,594	-3.8%	62,422	-6.4%
2018	7,004,141	2.6%	2,210,562	0.5%	62,885	0.7%
2019	7,088,739	1.2%	-	-	-	-
2020	6,835,270	-3.6%	-	-	-	-
2014-18年平均		-1.2%		-1.6%		-0.4%

出典：ブラジル地理統計院(IBGE)、国家経済システム(Sistema de Contas Nacionais), 2020年

(2) 1人当たりGDPと収入額

ブラジル国全体、サンパウロ州、バイシャーダ・サンチスタ地域の2018年のGDP、1人当たりGDP、1人当たり月収を表2.3に整理する。サンパウロ州の人口は全国の22%であるが経済規模を示すGDPで見ると全国の32%を占めており、1人当たりの経済規模は全国平均より著しく大きい。1人当たりGDPは、全国平均33,594レアルに対して、サンパウロ州が48,542レアル、バイシャーダ・サンチスタ地域が34,017レアルであった。州平均は全国平均を44%上回ったが、バイシャーダ・サンチスタ地域では全国平均に近い額(+1%)となっている。

表2.3 2018年のブラジル国及び対象地域のGDPと収入

地域	GDP (百万レアル)	1人当たり GDP (レアル)	1人当たり 月収 (レアル)
全国	7,004,141	33,594	2,398
サンパウロ州	2,210,561	48,542	3,090
バイシャーダ・サンチスタ地域	62,885	34,017	データなし

出典：ブラジル地理統計院(IBGE)、人口統計、全国世帯サンプル調査。

2.1.4 公衆衛生及び COVID-19 の感染状況とその社会影響

(1) 全般

ブラジル国は、全国平均でみると殆どの保健衛生指標において中所得国相当の指標を示している。しかし、公衆衛生レベルの地域格差は著しく¹⁵、バイシャーダ・サンチスタ地域を含めたサンパウロ州では表 2.4 に示す通り中所得国から高所得国レベルの保健衛生指標である一方¹⁶、東北部などにおいて、低所得国レベルに留まる地域も存在する¹⁷。ブラジル国は 1988 年に統一保健医療システム（Sistema Único de Saúde : SUS）を構築するなど保健医療体制の整備に着手し、社会的弱者への医療対策を強化しているが、一部地域の貧困層は依然として必要最低限の医療サービスにアクセスできない状況にある¹⁸。

表2.4 ブラジル国及びサンパウロ州の衛生指標

指標	ブラジル国/サンパウロ州		国家目標値	
	年	数値	年	数値
5歳未満児死亡率（出生児 1,000 人当たり）	2019	15.2 / 12.4	2030	12 以下
妊産婦死亡率（出生児 10 万人当たり）	2019	59.1 / 50.0	2030	70 以下
HIV・AIDS による死亡率（10 万人当たり）	2019	4.1 / 3.1		
結核による死亡率（ただし HIV 陰性の患者）（10 万人あたり）	2019	2.30 / 1.77	2030	0

出典：持続可能な開発目標に対するブラジル国の取り組み（「3.人々の保健と福祉」）（<https://odsbrasil.gov.br/objetivo3/indicador321>; <https://odsbrasil.gov.br/objetivo3/indicador311>）2021 年、ブラジル保健省（<https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>）、疫学情報 HIV/AIDS 2020（<http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2020/boletim-epidemiologico-hivaids-2020>）、世界 AIDS の日 2021（https://unaids.org.br/wp-content/uploads/2022/02/2021_12_01_UNAIDS_2021_FactSheet_DadosTB_Traduzido.pdf）、疫学情報 結核 2020（https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/boletim_tuberculose_2020.pdf）

(2) バイシャーダ・サンチスタ地域における市ごとの保健衛生指標

バイシャーダ・サンチスタ地域の各市の乳児死亡率（2019 年、出生児 1,000 人当たり）は 9.7 人（モンガグア市）から 19.1 人（グアルジャ市）、水様性下痢での入院患者数（2016 年、住民 1,000 人当たり）は 0.0 人（プライア・グランデ市）から 0.4 人（ベルチオガ市）であった。

乳児死亡率に関してはサントス市、モンガグア市を除き全ての市がブラジル国の平均値を上回っている。持続可能な開発目標における国家目標値では、2030 年までに 12 人以下にすることとなっており、国家目標達成の観点からも、モンガグア市、サントス市を除く全ての市で保健衛生の改善が必要な状況である。

水様性下痢による入院患者数は、バイシャーダ・サンチスタ地域はブラジル国全体やサンパウロ州よりも低い値である。殆どの市が住民 1,000 人あたり 0.1 人で同程度であるがベルチオガ市がひととき高く、ペレイベ市とプライア・グランデ市が少ない。

¹⁵ ブラジル国医療系廃棄物を中心とした有害廃棄物の焼却処分に係る案件化調査業務完了報告書, JICA ほか, 2016 年

¹⁶ ブラジル国の 1 人当たり GNI (\$14,980, 2021 年) に基づく分類 (<https://jp.knoema.com/atlas/ブラジル/topics/経済/国民経済計算国民総所得>)

¹⁷ 世界の貧困に関するデータ (<https://www.worldbank.org/ja/news/feature/2014/01/08/open-data-poverty>), 世界銀行, 2018 年

¹⁸ ブラジルの健康保険制度 -統一医療システム SUS と民間健康保険 SHI-, SOMPO 未来研究所, 2015 年

表2.5バイシャーダ・サンチスタ地域の乳児死亡率及び水様性下痢での入院患者率

対象	乳児死亡率 (2019年、出生児1,000人当たり)	水様性下痢での入院患者数 (2016年、住民1,000人当たり)
ベルチオガ	12.46	0.4
クバトン	14.10	0.1
グアルジャ	19.09	0.1
イタニャエン	17.16	0.1
モンガグア	9.72	0.1
ペルイベ	15.94	0.0
プライア・グランデ	16.25	0.0
サントス	10.08	0.1
サン・ビセンテ	14.66	0.2
サンパウロ州	11.05	0.4
ブラジル国全体	11.56 (2020年) *1	1.12 (2015年) *2

*1: IBGEのHPではブラジル国全体の数値のみ2020年の値となっていた。*2: IBGEのHPで確認できず「Hospitalização e taxas de mortalidade por diarreia no Brasil: 2000-2015, Victor Antônio Kuiava et al., Ciência & Saúde, 2019」より2015年の値を参照
出典: IBGEの検索HPにおける各市の統計情報(<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama>)、及び Hospitalização e taxas de mortalidade por diarreia no Brasil: 2000-2015, Victor Antônio Kuiava et al., Ciência & Saúde, 2019

なお、保健衛生指標は下水道の整備など地域の衛生環境だけでなく、世帯収入など多くの要因の影響を受ける。しかし、上のデータからは、保健衛生指標と下水道の接続率¹⁹のあいだに一定の相関は認められる。例えば、下水道接続率が高いモンガグア市(2019年の接続率87%)とサントス市(同年の接続率99%)で乳児死亡率が低い。また、水様性下痢による入院患者数が最も多いベルチオガ市は2016年当時、下水道接続率が50%程度であり、バイシャーダ・サンチスタ地域で最も低い市であった。

(3) COVID-19

COVID-19に関して、本調査が開始された直後の2021年4月時点では、新型コロナウイルス感染症の世界的拡大から1年以上が経過するも国内の感染者数は一日平均6万人を超える規模で推移していた²⁰。経済活動を重視する政策をとる大統領側と経済活動を規制する州知事側に分かれるなど行政の対応は統制が取れているとは言いがたく、2021年3月の段階で27の州のうち24の州でICU病床の占有率が80%を超え、多くの都市で医療崩壊の危機が迫っていた²¹。その後、7月末に累計感染者数が2,000万人を超えたものの、8月末にはワクチン接種が進み(一度目:50%,完了:20%)、感染者数・死者数およびICU病床の占有率は減少傾向にある²²。

サンパウロ州では、8月16日までに18歳以上が少なくとも1回のワクチン接種が義務付けられており、感染者数・死者数が前月比20%以上減少し、経済活動制限が緩和されている。一方で、高齢者のICU占有率が再び増加傾向にあるなど、引き続き高い警戒レベルを維持している²³。

経済的影響は深刻で、IBGEの統計によると、ブラジル国の2020年9月時点の第2四半期の実

¹⁹ 表4.3参照

²⁰ ブラジル国の感染者数(1日あたりの推移),ブラジル国保健省,2021年4月

²¹ ブラジルにおけるCOVID-19の感染状況(<https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19>),JHU CSSE,2021年

²² ブラジル 感染ペース再拡大(<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN27DLA0X20C21A5000000/>),日本経済新聞,2021年5月28日

²³ 新型コロナ感染減で経済活動制限を緩和(<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/07/61cdf2e206a43d9b.html>),JETRO,2021年8月

質 GDP 成長率は前年同期比-10%前後で、統計開始以降で最大の落ち込みとなっている。また、白人の失業率の 1.5%に対し、黒人は 17.2%となっており、COVID-19 以前から引きずる人種間の格差がさらに拡大する構図となっている²⁴。2021 年 8 月時点でも失業率は 14.6%で過去最悪の水準で高止まりしており、特に 3 月のロックダウン以降、サービス業での景気悪化が顕著である²⁵。

このような感染拡大状況下において、市民のライフラインを預かる SABESP は以下のような施策を実施している。

- 250 万人の顧客に対する水道料金の免除（一部使用カテゴリーの顧客に対する上下水道料金支払いを 6 か月免除）、低所得者層を対象とした 6,800 個のウォータータンクの無料配布
- 石鹸と水で手洗いを通した住民支援を目的に 530 ヶ所（サンパウロ州に 100 ヶ所）の公衆手洗場の設置、州内公共機関との提携による 20 万個の食料品を含む生活必需品の無料配布
- 病院、保健所、警察署、バス停、バスターミナル、広場及び大通りなどの人々が往来する場所での再生水（残留塩素濃度を高めた下水処理水）による消毒の実施（304 市町村で約 19,000 回の洗浄）

なお、最も感染が拡大していた 2021 年 4 月時点では職員の約半数が在宅で勤務していた。しかし、ワクチン接種が進み 2020 年 3 月以来の死者数無しの日を記録した 2021 年 11 月現在では一部の職員のみが在宅勤務となっており、SABESP は今後も感染状況に応じて勤務形態を柔軟に調整するとしている²⁶。

2.1.5 衛生環境と観光業

(1) ブラジル国全体

ブラジル国は大西洋に沿って南北に延びる長い沿岸部など、その自然の美しさは同国の盛んな観光業を支えており、観光セクターで就労している人々の数は 2017 年時点で 800 万人に上る²⁷。しかし美しい水辺環境を有する観光地の多くが川やビーチへの未処理汚水の放流など衛生問題に悩まされ、地域住民の生活と観光業を脅かしている。

Trata Brasil Institute²⁸の調査²⁹によると、基礎衛生サービスの普及は国全体の観光収入を 2004 年から 2016 年の 13 年間で年平均 6.3 億リアル増加させたが、基礎的衛生サービスが 100%であれば観光収入は更に年平均 21 億リアル増加していたと試算されている。さらに同調査は、関連する収入や税収なども加えると、不適切な汚水処理による観光業関連収入の逸失は年間平均 58 億リアルであったとしている。

²⁴ ブラジルのビジネス短信: ブラジルの年間失業率推移, JETRO, 2020 年

²⁵ ブラジルの失業率: 史上最悪レベルの高止まり (<https://www.nikkeishimbun.jp/2021/210804-12brasil.html>), 2021 年 8 月

²⁶ Sustainability report, SABESP, 2020 年

²⁷ Instituto Trata Brasil, Painel Saneamento Brasil

²⁸ 現地の NPO 法人

²⁹ Instituto Trata Brasil, Benefícios Econômicos da Expansão do Saneamento brasileiro, 2018

(2) バイシャーダ・サンチスタ地域

バイシャーダ・サンチスタ地域には多くの観光客が主にサンパウロ都市圏から訪れている。しかし、同地の主要な観光資源であるレスティンガ³⁰、マングローブ、密集林は観光業の進展にも起因する不動産投機、無秩序な都市の膨張、不適切な汚水処理量の増加による影響を受けている³¹。

サントス市が2021年に行った調査³²によると、市民の67.8%は観光が市にとって良いことであることに同意し、30.2%が観光業の恩恵を受けていると回答している。また、77.7%は観光業が市の経済に利益をもたらし、76.5%が住民の雇用を創出すると認識している。しかし一方で、観光業による悪影響として、「地元市民の通行利便性の低下」(55.6%)、「自然環境の悪化」(41.7%)、「地域の天然資源への悪影響」(38.22%)が挙げられている。

また、Santos e Regiao Convention & Visitors Bureau (SRCVB)³³が2004年に行った調査³⁴によると、地域最高の観光資源としてビーチを挙げた人が50%で最も多かった一方で、不満のあった現地体験としてビーチを挙げた人が23%もおり³⁵、水質問題のみには限定できないがビーチが観光客を満足させる状態でないことを示唆している。さらに、サンパウロ州政府による「中部沿岸地域環境保全エリア管理計画」³⁶は、バイシャーダ・サンチスタ地域に別荘を持つ人々を含め多くの観光客が海を利用することが未処理汚水の放流量増加などと相まって環境を悪化させ、既に観光客の伸び悩みを引き起こしていると報告している。

このようにバイシャーダ・サンチスタ地域において、複数の報告書や調査が衛生環境の悪化と観光業の停滞を結びつけている。そのような中、州政府は「バイシャーダ・サンチスタ地域の戦略的開発のための都市計画2014-2030」³⁷において「観光業の強化」を地域の持続可能な開発のためのマクロ戦略の1つとして特定し、重要な観光資源である海を含めた天然資源保全の方針を謳っている。

³⁰ ブラジルの東部沿岸部に認められる独特の広葉樹林

³¹ 後述の「中部沿岸地域環境保全エリア管理計画」(CONESMA)

³² CIET/SeturSP - São Paulo State Tourism Office, Pesquisa de Percepção: Atividade Turística, 2021
(<https://www.turismo.sp.gov.br/publico/noticia.php?codigo=2106>)

³³ 現地のNPO法人

³⁴ SRCVB, Pesquisa sobre o perfil do turista de lazer - NESE, 2004

³⁵ ただし、ビーチを「不満のあった現地体験」として挙げた理由がビーチの水質であったかは特定されていない

³⁶ Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONESMA) - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, Plano do Manego da Área de Protecção Ambiental Marinha do Litoral Centro, 2019年6月
(https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/APAM_LC/APAMLC_Turismo.pdf),
(<https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/2019/06/c-relatorio-final-ctbio-apam-litoral-centro.pdf>)

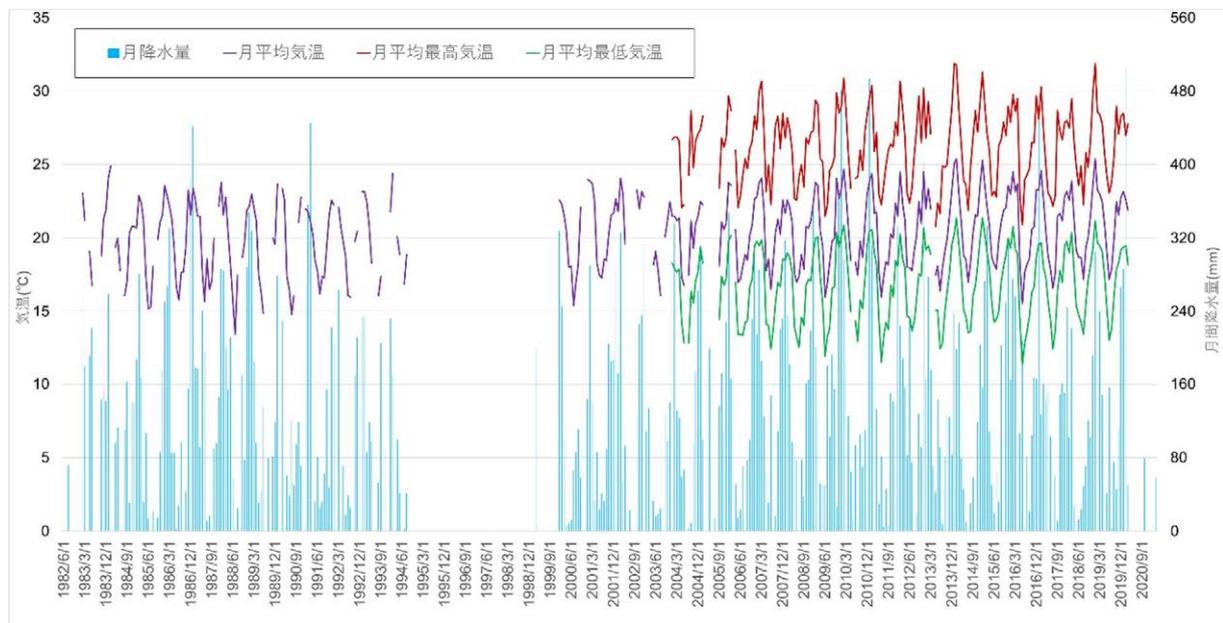
³⁷ Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM), Plano de Metropolitano de Desenvolvimento Estratégico de Baixada Santista - 2014-2030 - PMDEBS 2014-2030)

2.2 自然条件

2.2.1 気象、気候及びその変動

サンパウロ州の過去40年（一部期間欠損）の月別気温（平均、最低、最高）及び月別降水量を図2.3に示す。降水量に関して、1980年代までは約440mmが最大の月間降水量であったが2000年代に入り480mmを超える月間降水量が記録されるようになり、直近の2019年には500mmを超える月間降水量も記録されている。また、月別平均気温は1980年代には概ね24℃以下であったが、2000年代に入ってから度々25℃を超えている。同様に最低気温及び最高気温も過去20年間でそれぞれ20℃及び30℃を超えるようになっており、温暖化の傾向が認められる。バイシャーダ・サンチスタ地域各市の気温（月別平均気温）及び降水量は添付資料2.1に示す³⁸。

バイシャーダ・サンチスタ地域は、ケッペンの気候分類によるとペルイベ市のAw（最少雨月降水量60mm未満かつ $(100-0.04 \times \text{年平均降水量})$ mm以下）を除いて全地域がAf（最少雨月降水量が60mm以上）に該当する。Afは、一年を通して雨が分散して降り、乾季がないアマゾン地域やサンパウロの沿岸部に典型的な気候で、ブラジル国内でも最も雨の多い地域の一つである³⁹。そのため、最も乾燥した月でも平均降水量が60mm以上であり、34.1mmのサンパウロ市と比較すると2倍以上の高い値となっている。



出典：世界の気候データツール(ClimateView 月統計値・気象庁)に基づいて調査団作成

図2.3 サンパウロ州の気温(月別平均気温)及び降水量

³⁸ ただし、9都市のうち、本事業で下水処理場の整備が予定されている6都市のデータのみ

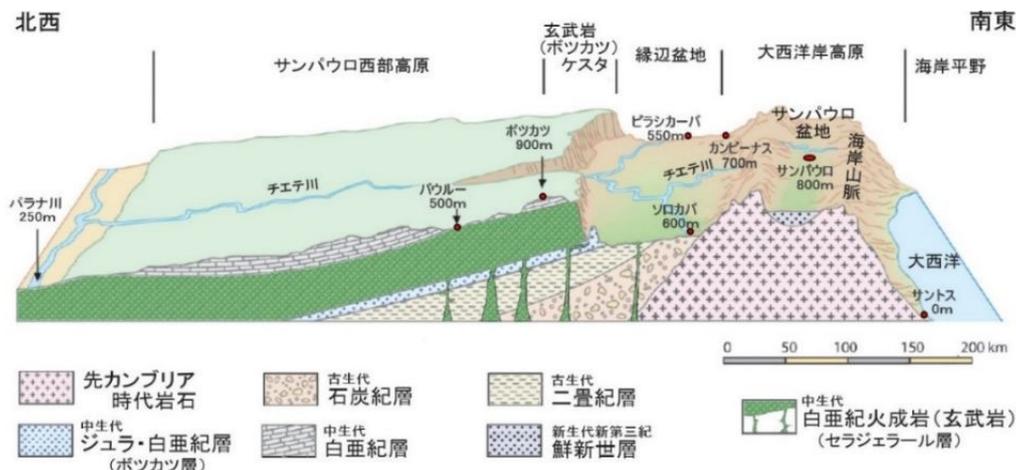
³⁹ ペルイベ市衛生計画 (Plano Municipal de Saneamento Básico, Municipal da Estância Baleária de Peruíbe, 2018)

2.2.2 地形、水文及び地質

サンパウロ州の地形地質断面図について、図 2.4 に示す。地形は北西からサンパウロ西部高原、玄武岩ケスタ、縁辺盆地、大西洋岸高原、海岸平野に分けられ、地質的には、縁辺盆地及びそれより北西がパラナ堆積盆地である⁴¹。

この堆積盆地の構成層のうち特徴的な地質はセラジェラル層とよばれる中生代白亜紀の玄武岩層である。南アメリカ大陸とアフリカ大陸が分裂する前後に、膨大な量が噴出あるいは地層中に貫入した玄武岩質火成岩で、パラナ川沿岸では厚さ 1,500 m に達するところもある⁴²。この玄武岩層はサンパウロ州中部で顕著な崖を南東に向けた玄武岩ケスタを構成している。この崖の下から大西洋岸高原の麓までの間にひろがる平原はサンパウロ州でも最も豊かな農業地帯である⁴³。

バイシャーダ・サンチスタ地域は海拔 0m 近くの海岸平野に位置しており、古生代の石炭紀層が中心となっており、豊富な水資源を有する⁴⁴。同地域の主要な河川流域について表 2.6 に示す。各流域の配置や上水道施設との連関については 4.2.1 節「上水道システムの概況」の(3)に示す。



出典：Origens e evolução da Serra do Mar, Portal AltaMontanha(<https://altamontanha.com/origens-e-evoluao-da-serra-do-mar/>),2009

図2.4 サンパウロ州の地形地質断面図

表2.6 バイシャーダ・サンチスタ地域の各市の主要な河川流域

対象市	河川流域	各市の浄水場
ベルチオガ	Itapanhaú, Itaguaré, Guaratuba	Caruara, Furnas, Itapanhaú, São Lourenço, Boracéia
クバトン	Cubatão, Perequê, Mogi	Pilões, Cubatão
グアルジャ	Santo Amaro, Meio, Peixe	Jurubatuba
イタニャエン	Mambú, Preto, Branco	Mambú
モンガグア	Bichoro, Aguapeú, Mongaguá	Antas
ペルイバ	Preto, Branco	Peruíbe, Guaraú
プライア・グランデ	Branco, Boturoca	Melvi
サントス	Quilombo, Jurubatuba, Diana	Pilões, Cubatão
サン・ピセンテ	Branco, Boturuca, Cubatão	Itú, Pilões, Cubatão

出典：ペルイベ市衛生計画 (Plano Municipal de Saneamento Básico, Municipal da Estancia Baleária de Peruíbe (2018 年), Relatório Zero. Citado no Plano de Bacia Hidrográfica para o Quadrênio 2008-2011 do Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (CBH-BS). Minuta do Relatório Final. Volume I. Dezembro/2008.

⁴¹ 友好提携都市: サンパウロ州の概要, 富山県庁, 2021 年 2 月

⁴² サンパウロ州地形地質断面図(Sao Paulo Geo Profile (http://photo-kataru.com/481a_SaoPauloGeoProfile.htm), 2020

⁴³ サンパウロ州地形地質断面図(Sao Paulo Geo Profile (http://photo-kataru.com/481a_SaoPauloGeoProfile.htm), 2020

⁴⁴ Origens e evolução da Serra do Mar, Portal AltaMontanha(<https://altamontanha.com/origens-e-evoluao-da-serra-do-mar/>),2009

2.2.3 動植物相、保全・保護地域

(1) 動植物相

1) 植物（詳細は第10章 10.2.1(4)参照）

バイシャーダ・サンチスタ地域は、高密度モンタナ雨林、サブモンタナ高密度雨林、低地高密度雨林で構成されている。また、ペルイベ市からモンガグア市は二次高密度低地雨林が分布し、沿岸部にはマングローブ林も広域で分布している。同地域には在来植物相が 231,088 ha にわたって分布しており、地域内の総面積の 79%を占めている⁴⁵。

2) 動物（詳細は第10章 10.2.1(4)参照）

バイシャーダ・サンチスタ地域は動物相に関する広域での総合的な調査は行われていないが、一部の自治体による保護ユニットからの情報に基づくと、同地区内では鳥類を中心に多くの絶滅危惧種の生息が確認されており、特に哺乳類では絶滅寸前種分類されているクロガシライオンタマリン、絶滅危惧種としては哺乳類でジャガー、鳥類ではクロアシシヤクケイ、ズキンミヅナギドリの2種の生息が報告されている。

(2) 保全・保護地域（詳細は第10章 10.2.1(3)参照）

サンパウロ州には5つの連邦政府自然保護区、9つの州自然保護区が指定されており、そのうち、バイシャーダ・サンチスタ地域には、連邦政府自然保護区である「カナネイア-イグワペーペルイベ環境保護区（Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguapé-Peruíbe）」がペルイベ市の一部に指定されている。

⁴⁵ The Forestry Inventory of the State of São Paulo, 2020

2.3 基盤インフラ

2.3.1 交通

広大な国土面積を有するブラジル国において、現在の国内交通手段は陸路が主である。しかし、未舗装道路が依然として多く、また内陸部の道路網整備も十分ではない。鉄道も全国を網羅しておらず、車両・設備の老朽化、運営面の改善も求められている⁴⁶。港湾についても同様に施設・設備の老朽化や運営面の問題が指摘されており、輸出産業に対してマイナスの影響を与えている。

バイシャーダ・サンチスタ地域の主要道路の概要を表 2.7 及び図 2.5 に示す。

表2.7 バイシャーダ・サンチスタ地域の主要交通(高速道路・幹線道路)

対象	概要
① SP150 (BR50)	SP150 は港のあるサントスと、サンパウロを含めた北部地域をつなぐ、物流においても重要な主要高速道路である BR50 (全長約 11 km) のうち、サンパウロ州政府 (DER-SP) により管理されている区間 (全長 72 km) の名称である。クバトン市にて SP55 と立体交差し、サンパウロ中心地手前まで通っている。
② SP55 (BR101)	ブラジルの東海岸沿岸部を南北に通る主要高速道路である BR101 (全長 4,650km) のうち、サンパウロ州政府 (DER-SP) により管理されている区間 (全長 354km) の名称。ベルチオガ市において SP98 と合流、及び SP61 へと分岐する。その後、Vincente de Carvalho 近くの Monte Cabrao にて SP248 と合流し、クバトン市にて、SP150 及び SP160 と立体交差することによってモンガグア市、イタニャエン市、ペルイベ市を結んでいる。
③ SP160	プライア・グランデ市とサンパウロ市を結ぶ全長 72 km の高速道路の名称。プライア・グランデ市にて SP55 と接続し、クバトン市にて BR101 と立体交差、サンパウロ市にて SP176 を経由し、SP150 と合流する。
④ SP61	ベルチオガ市からグアルジャ市までを結ぶ全長 21 km の高速道路の名称。ベルチオガ市にて SP55 から分岐する。
⑤ SP98	モギ・ダス・クルス Mogi das Cruzes) とベルチオガ市を結ぶ全長 50 km の高速道路の名称。ベルチオガ市にて、SP55 と合流する。

出典：Concept study⁴⁷にもとづいて調査団作成



出典：RELATÓRIO DO ESTUDO DE CONCEPÇÃO – FINAL, 2018 年に基づいて調査団作成

図2.5 バイシャーダ・サンチスタ地域の主要交通網

⁴⁶ Sustainability Report, SABESP, 2020

⁴⁷ SABESP が行った本事業のコンセプト・スタディ (事業計画書) より。コンセプト・スタディについては 5.3 節参照

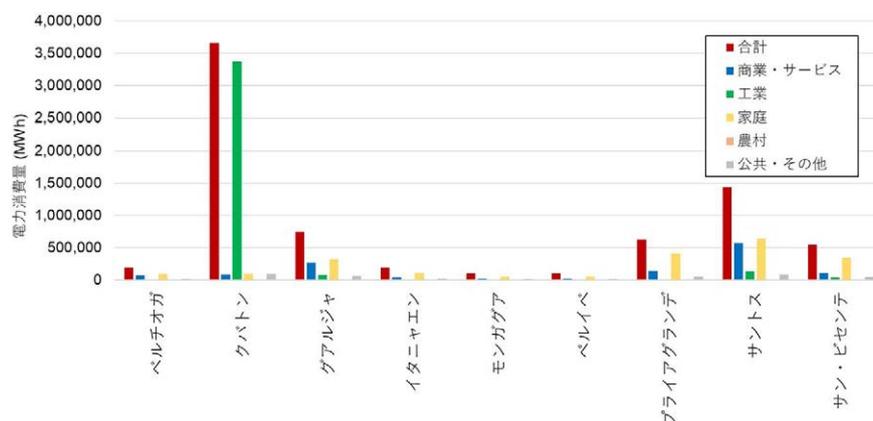
2.3.2 電力

ブラジル国のエネルギー自給率は88%と比較的高いが、電力源は水力発電が69%と水力に大きく依存しており、電力供給量が降雨量に左右される。2021年7月現在、電力の70%を担う主要貯水池で水位が30%に低下しており、水不足による電気料金の高騰が危惧される⁴⁸。そのためブラジル国政府は火力発電所の増設や代替エネルギーの開発を積極的に推進し、水力依存度の低減を試みている⁴⁹。電力セクターの民営化は1995年のカルドゾ政権以降に進められ、同年成立の2つの営業特権法で「全国的な電力部門の新しい市場モデル」の指針が定められた⁵⁰。これにより配電事業者の70%が民営化された一方で、発電会社は40%、送電会社は20%の民営化に留まっている。ただし、サンパウロ州（Eletropaulo 社、CPFL Paulista 社）など大都市の配電会社は殆どが民営化されており、公営又は半官半民に留まっているのは民間の関心が高くない遠隔地である。

ブラジル国の電力事情の特徴として、電気料金（0.329 レアル/kWh、2015年）が世界平均電力料金0.216 レアル/kWh に比べ高額である⁵¹。その原因の一つとして配電部門の非効率性が指摘されており、国家電力庁（Agência Nacional de Energia Elétrica : ANEEL）によると2015年の配電の電力ロス率は13.5%に上り、そのうち7.8%はテクニカルロス、5.7%は盗電等のノンテクニカルロスによるものである。また、2015年の年平均停電時間は18.61時間であり、10年前より悪化している。

国家電力庁はスマートメーターを全国に導入することを検討しており、導入数は6,800万台と推定されている。このスマートグリッド化の目的は、送配電ロスの低減（特に都市部のファベラと呼ばれるスラム街で多い盗電の防止）、配電自由化による停電対策システムの信頼向上、双方向通信によるピークシフトや省エネの推進、再生可能エネルギーなど分散電源への対応などである⁵²。

バイシャーダ・サンチスタ地域の電力消費量を図2.6に示す。工業都市のクバトン市が同地域の約50%を占め、商業都市のサントス市、人口の多いグアルジャ市がそれに続いている。



出典：Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (2018)にもとづいて調査団作成

図2.6 バイシャーダ・サンチスタ地域の各市の電力消費量 (2014年)

⁴⁸ ブラジル 水不足で電気代値上げ (<https://weekly-economist.mainichi.jp/articles/20210720/se1/00m/020/062000c>), 2021年7月

⁴⁹ 新電力ネット: ブラジルの電力事情(<https://pps-net.org/glossary/54908>), 2021年4月30日現在。水力の他は、天然ガス12%、石油5%、原子力3%、石炭4%、その他8%

⁵⁰ 中南米の再生可能エネルギー動向, 日本貿易振興機構海外調査部中南米課, 2012年

⁵¹ ブラジル国配電部門近代化にかかる情報収集・確認調査報告書, JICAほか, 2017年2月

⁵² 新電力ネット: ブラジルの電力事情(<https://pps-net.org/glossary/54908>), 2021年4月30日現在

2.3.3 上下水道及び雨水排水

(1) 上水道

国家水資源庁によると、ブラジル国の上水道接続率（井戸等を除く、配水ネットワークへの接続率）は、2010年時点の全体接続率 81.1%・都市部接続率 92.5%から、2020年時点では全体接続率 84.1%・都市部接続率 93.4%へと上昇している⁵³。サンパウロ州では、645市のうち367市において SABESP が上下水道サービスを実施しており、その他の市の上下水道サービスは市直営または民間会社によって行われている。SABESP のサービスエリアでは既に水道接続率が概ね 100%⁵⁴となっている。サンパウロ都市圏ではチエテ河など水道水源となっている流域の水質悪化が長らく問題となっており、下水道の整備による汚濁負荷削減の取り組みが続けられている⁵⁵。

表 2.8 に、国家水資源庁の独自評価によるバイシャーダ・サンチスタ地域の上水道整備の状況（水源の脆弱性、漏水の程度、浄水処理の効率性、上水供給の効率性）を示す。水道整備率と水道接続率は高いが、水需要が既存の取水・導水・浄水能力に近づいており、水源の脆弱性は中程度である（SABESP のサービスエリアにおける接続率は後出の表 4.2 参照）。

表2.8 バイシャーダ・サンチスタ地域の上水道整備の状況

市	水源の脆弱性*1	接続率*2	漏水の程度	浄上処理の効率性*3	上水供給の効率性*4
ベルチオガ	無し	74.5%	中程度	中程度	やや低い
クバトン	中程度	85.2%	やや高い	低い	やや低い
グアルジャ	中程度	82.0%	やや高い	低い	やや低い
イタニャエン	中程度	95.4%	やや低い	低い	中程度
モンガグア	中程度	91.1%	中程度	低い	中程度
ペルイベ	中程度	98.8%	中程度	低い	中程度
プライア・グランデ	中程度	91.2%	中程度	低い	中程度
サントス	中程度	100.0%	やや低い	低い	中程度
サン・ピセンテ	中程度	91.1%	やや高い	低い	やや低い

*1: 河川、ダム、湖など水源の種類による。*2: 国家水資源庁の集計であり、SABESP が集計する SABESP のサービスエリア内での接続率(表 4.2 参照)とはやや異なっている *3: 従来型、直接ろ過など処理方式による、*4: 単独、複数系統など給水系統数による

出典: Water Atlas (<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ac7adb7f4baeb224d5893cc21730>), ANA, 2021 年

(2) 下水道

国家水資源庁によると、ブラジル国の下水道接続率は、2010年時点の全体接続率 46.2%・都市部接続率 53.5%から、2020年時点では全体接続率 55.0%・都市部接続率 63.2%へと上昇している。また、サンパウロ州の下水道接続率は 2010年時点の全体接続率 86.0%・都市部接続率 89.2%から、2020年時点では全体接続率 90.6%・都市部接続率 93.5%へと上昇している⁵⁷。下水道の普及程度は上水道よりもさらに地域差が大きく、例として 2020年時点で、ブラジル国北部（Norte）は全体接続率 13.1%・都市部接続率 17.2%、北東部（Nordeste）は全体接続率 30.3%・都市部接続率 39.3%

⁵³ Ministério do Desenvolvimento Regional SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2020 年

⁵⁴ SABESP は、「整備率 98%以上、接続率 95%以上」を「概ね 100%」と定義している。整備率、接続率の定義は 3.1.2 (3) 参照

⁵⁵ サンパウロ州チエテ川 (<https://www.brasilnippou.com/2019/190921-23brasil.html>) , ブラジル日報, 2019 年

⁵⁷ Ministério do Desenvolvimento Regional SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2020 年

となっている（SABESP のサービスエリアにおける接続率は後出の表 4.3 参照）。

バイシャーダ・サンチスタ地域の下水道整備は、比較的高低差が大きく地下水位が高いという地理的要因から、他地域よりも多くの投資を必要とすることもあり、他の大都市部と比較しても大きく立ち遅れてきた。その結果として沿岸及び河川に未処理のまま垂れ流される汚水が水質汚染を引き起こし、地域住民の生活環境や観光産業に悪影響を与えている^{58, 59}。

(3) 雨水排水

ブラジル国では、雨水排水は各市が整備・管理を行っている。バイシャーダ・サンチスタ地域の雨水排水も同様であるが、地域全体の流域計画（整備状況や水質のモニタリング、報告義務等を提示している）はバイシャーダ・サンチスタ地域流域委員会⁶⁰（CBH-BS: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista）において市が共同で定めている⁶¹。

バイシャーダ・サンチスタ地域の雨水排水整備の状況について、表 2.9 に示す。また、雨水排水路の状況を図 2.7 の写真に示す。サンパウロ州の都市部と比較すると排水路が未整備の地域が多く整備状況は全般的に不十分である。バイシャーダ・サンチスタ地域の下水道は分流式であるが、排水路の整備が遅れている現状から、各市及び市民は SABESP の下水道に対して雨水排水の機能を期待する状況にある。そのため、敷地から雨水排水の下水道への接続、雨天時に下水道のマンホールの蓋を開けて雨水を流水させるといった行為が頻発している。

排水路が未整備なエリアでは強い降雨の際に排水溝やマンホールなどから雨水が地上に溢水する。また、それに伴って排水溝に投棄された未収集の生活廃棄物が街中に溢れ出すことで、地域住民の生活環境に悪影響を及ぼす状況も報告されている⁶²。この問題は SABESP が実施する下水道事業では対処に限界のある課題である。CBH-BS によると、2020 年時点でバイシャーダ・サンチスタ地域では 21 の雨水排水改善事業（ベルチオガ市 6 事業、モンガグア市 5 事業、ペルイベ市 3 事業、サントス市 2 事業、プライア・グランデ市 2 事業、イタニャエン市 2 事業、グアルジャ市 1 事業）が実施されている⁶³。

CBH-BS は各市の排水台帳の整備や最新の排水計画への更新が遅れていることも課題として挙げている。

⁵⁸ 外部事後評価報告書: 円借款「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業 (I)(II)」, アイ・シー・ネット株式会社, 2016 年

⁵⁹ SABESP のサービスエリアのサービス指標は 4.1.1 参照

⁶⁰ 各市の市長に加え、エネルギー省、大学（Universidade Católica de Santos、Universidade Católica de Santos）、社会奉仕団体（Rotary Club de Cubatão）などの関係者により構成される。委員長は毎年各市の市長が歴任しており、2018 年以降はペルイベ市長、2020 年以降はプライア・グランデ市長が委員長となっている。

⁶¹ RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BAIXADA SANTISTA 2020, CBH-BS

⁶² 外部事後評価報告書: 円借款「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業 (I)(II)」, アイ・シー・ネット株式会社, 2016 年

⁶³ RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BAIXADA SANTISTA 2020, CBH-BS

表2.9 バイシャーダ・サンチスタ地域の雨水排水整備の状況

市	都市排水路（市の管理）の整備率	洪水被害リスクのある世帯の割合
ベルチオガ	50%以下	5%以下
クバトン	50%～90%	5%以下
グアルジャ	データなし	データなし
イタニャエン	50%以下	5%～10%
モンガグア	50%以下	5%以下
ペルイベ	50%以下	10%以上（内陸部では5%以下）
プライア・グランデ	90%以上	5%以下
サントス	50%以下	5%～10%
サン・ピセンテ	50%～90%	5%～10%

出典：RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BAIXADA SANTISTA 2020, CBH-BS



①(プライア・グランデ市): 雨水排水の海岸への放口, ②(モンガグア市): 側溝のみの整備でコンクリートブロック上に水が溜まる
③(イタニャエン市): ポンプ場付近での雨水排水, ④(プライア・グランデ市): メンテナンス不足で泥が側溝に詰まり排水を妨げている
出典：本調査にて調査団撮影

図2.7 バイシャーダ・サンチスタ地域の雨水排水の現状

洪水の発生に関して、サンパウロ州は洪水の発生のしやすさ及び発生時の影響の大きさを「感度」と定義し、各市の地域毎に定量的に評価した情報を公表している（感度の評価結果は添付資料2.3参照）。これによると、バイシャーダ・サンチスタ地域で市総面積のうち感度が高いレベル（Classe de suscetibilidade: Alta）に該当する範囲が広いのはグアルジャ市（36.6%）、サン・ピセンテ市（31.0%）、クバトン市（29.4%）である⁶⁴。直近では2020年3月に大規模な洪水及び地滑りが発生しており、少なくとも同地域で43人が死亡（うち32人がグアルジャ市）、36名が行方不明

⁶⁴ CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES(各市に整理されている), サンパウロ州, 2017年

となっている⁶⁵。また、モンガグア市は洪水発生に対する感度が低い（12.0%）が、同市にあり主要な水源であるアグワペウ川は雨期になると、頻繁な氾濫により水質が悪化している。

2.3.4 廃棄物管理

(1) サンパウロ州の固形廃棄物管理計画

サンパウロ州の廃棄物管理はサンパウロ州環境公社（CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo）が管轄している⁶⁶。サンパウロ州内には廃棄物最終処分場（以下、処分場）が369箇所あり、総処理容量は約40,000 t/日である⁶⁷。経済発展や人口の増加に起因する廃棄物量の増加とその処理の問題は、ブラジル国都市部における主要課題と認識されているが、2017年の時点で固形廃棄物管理計画が策定されているのは全27州のうちサンパウロ州を含む10州のみである⁶⁸。2014年に制定されたサンパウロ州の固形廃棄物管理計画は2020年に更新され、家庭用電気電子機器のReverse Logistics制度（廃棄物の回収・分類・リサイクル・最終処分のための仕組み）の管理組織の設立、製造事業者及び輸入事業者の義務などが新たに規定されている⁶⁹。

バイシャーダ・サンチスタ地域の各市は州の固形廃棄物管理計画に基づいて、単独または複数市が共同して固形廃棄物管理計画を策定している。固形廃棄物管理計画を持つ市は、廃棄物の排出者に対して、最終処分（輸送、中間処分を含む）までのトレーサビリティの確保と最終処分までの監視を義務付けている⁷⁰。

(2) バイシャーダ・サンチスタ地域の廃棄物発生状況と廃棄物管理に対するCETESBの評価

ブラジル国全体では固形廃棄物の約90%が収集されている。しかしその約37%が「衛生埋立地（標準供用期間: 30年）」以外の即日覆土のない不衛生な埋立地⁷¹に運ばれて人の健康と環境に大きな脅威を与えているとされ、廃棄物管理の改善が求められている⁷²。既に焼却処理が導入されているものの焼却炉設置費が高いため処理能力が未だ限定的な状況である。そのため一部の産業廃棄物の焼却処理が優先され、一般廃棄物については試験的に開始された地域もあるが、まだ本格的には行われていない⁷³。2021年8月現在、Covid-19の感染拡大に起因して、家庭廃棄物及び再生資源廃棄物の発生量が増加傾向にある⁷⁴。

バイシャーダ・サンチスタ地域の家庭廃棄物（Resíduos Sólidos Domiciliares）及び建設廃棄物

⁶⁵ Flood List, Brazil (<http://floodlist.com/america/brazil-floods-saopaulo-march-2020>), 2020年

⁶⁶ Ministério do Desenvolvimento Regional SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2020年

⁶⁷ 自然保護地区でのゴミ処理場建設禁止 (<https://www.brasilnippou.com/2018/180719-25brasil.html>), ブラジル日報, 2018年

⁶⁸ ブラジル環境現地ニューズレポート, 経済産業省、アイ・シー・ネット株式会社, 2020年12月

⁶⁹ ブラジル 規制動向の調査報告 (WEEEを含む廃棄物規制), 海外環境規制・環境市場調査 エンヴィックス, 2020年7月

⁷⁰ サンパウロ州固形廃棄物管理計画 (Plano de RESÍDUOS SÓLIDOS do Estado de São Paulo), 2020年

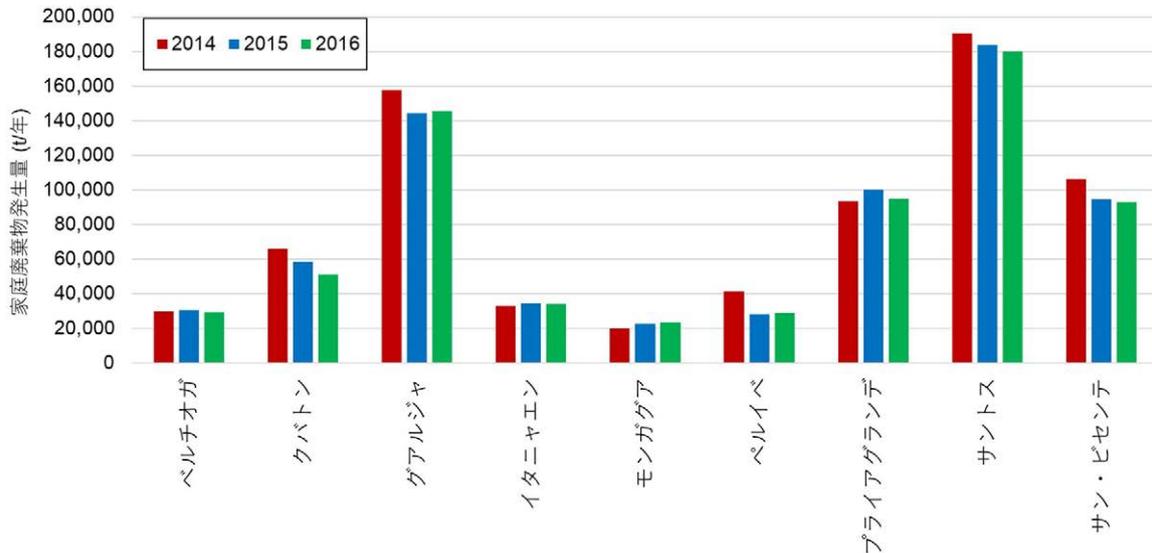
⁷¹ 廃棄物の山を積み上げるオープンダンプなどの「投棄積上地」、不透水層など地下水汚染の可能性が低い土地を掘削し廃棄物を投棄して重機による転圧や移動を行ってから埋め戻す「投棄型埋立地」

⁷² ブラジル環境現地ニューズレポート, 経済産業省、アイ・シー・ネット株式会社, 2020年12月

⁷³ ブラジル環境現地ニューズレポート, 経済産業省、アイ・シー・ネット株式会社, 2020年12月

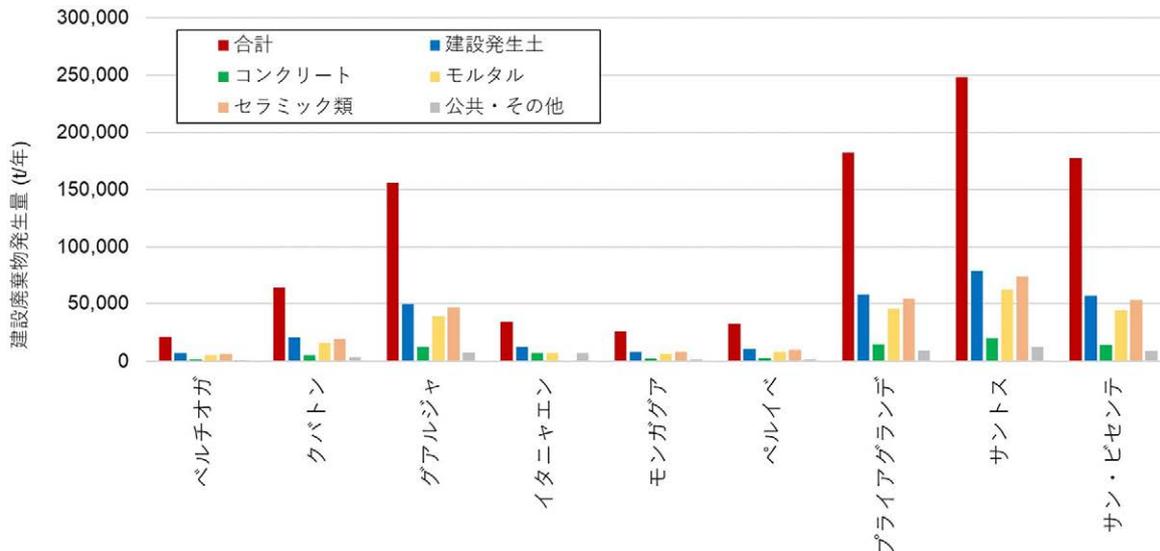
⁷⁴ ブラジル国内ニュース: コロナ禍でごみの量が増加 (<https://www.nikkeishimbun.jp/2021/210805-02topics.html>), 2021年8月

(Resíduos da Construção Civil) の発生量を図 2.8 及び図 2.9 に示す。家庭廃棄物は概ね総人口に比例した発生量となっており、建設廃棄物は家庭廃棄物以上に人口の差による廃棄物量の差が顕著である。



出典: Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (2018)に基づいて調査団作成

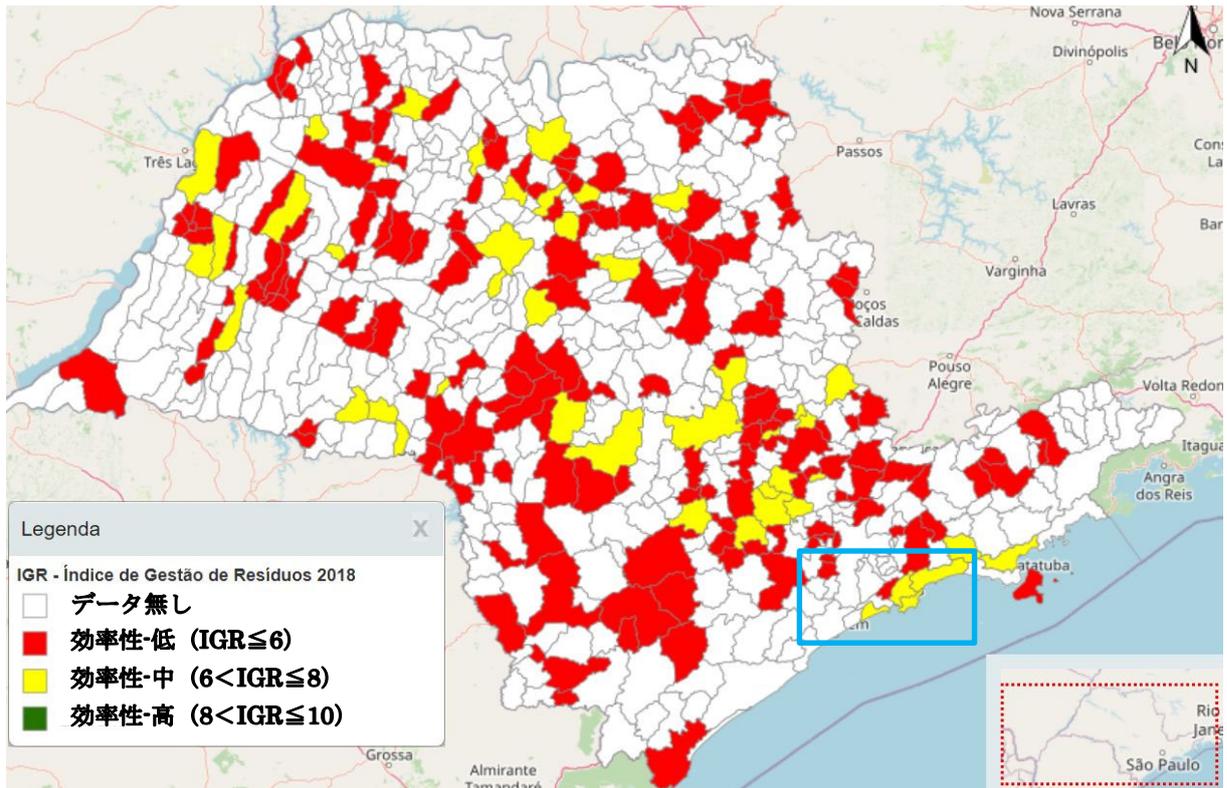
図 2.8 各市の家庭廃棄物の発生量 (2014年～2016年)



出典: Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (2018)に基づいて調査団作成

図 2.9 各市の建設廃棄物の発生量 (2016年)

CETESB は市の廃棄物管理に対して国策・州策との整合性、回収・分別プログラムの実行、固形廃棄物の処理・最終処分状況、環境対策、環境教育、収集運搬等の物流、環境関連企業との連携などの観点からの評価を行い、図 2.10 に示す廃棄物管理指数 (Índice de Gestão de Resíduos : IGR) を算出し公表している。2020 年の時点では、効率性の高い廃棄物管理を実施していると CETESB が評価する市は存在しない。バイシャーダ・サンチスタ地域においては、評価が公表されている市はいずれも「中程度」と評価されており、サンパウロ州全体と比較すると、総じて効率性が高いと評価されている。



出典：サンパウロ州固形廃棄物管理計画(Plano de RESÍDUOS SÓLIDOS do Estado de São Paulo), 2020年

図2.10 サンパウロ州各市の廃棄物管理指数(IGR)

(3) バイシャーダ・サンチスタ地域の廃棄物最終処分場

バイシャーダ・サンチスタ地域の各市から発生した全ての固形廃棄物（商業・家庭・産業・建設）は、2003年から Terracom Construções Ltda と ESTRE AMBIENTAL S.A.が提携して設立した Terrestre Ambiental 社⁷⁵が運営している同地域唯一の処分場であるサントス市の Sítio das Neves 処分場（図 2.11 参照。面積 100,800 m²）に搬送される。同処分場は 2,000 t/日の廃棄物を受け入れている⁷⁶。ブラジル国の廃棄物規格（ABNT NBR 10004/04）によると、廃棄物はクラス I（危険物）、クラス IIA（非危険物、非不活性物）、クラス IIB（非危険物および不活性物）に分類され、市による定期収集サービス（家庭用、商業用）、清掃、剪定などのサービスで回収される固形廃棄物はクラス IIA に該当する。

Terrestre Ambiental 社など処分場の運営者は CETESB より地盤モニタリング（埋立地の安定性）、地下水モニタリング（地下水位）、地表水モニタリング（周辺河川の状況）、必要に応じて動植物相モニタリングを求められ、定期的に報告書を提出する必要がある。CETESB はその報告を吟味し、処分場の品質に関する独自指標である IQR（Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos）で評価される⁷⁷。Sítio das Neves 処分場は開設当初から常に高いスコアを獲得しており、処理条件が適切で、優れた品質の埋立地として認識されている。

⁷⁵ Terrestre Ambiental 同社は、埋立地のほかに土木建設廃棄物の分別・リサイクル装置、バイオガスの集中燃焼装置、浸出水の処理装置を有している

⁷⁶ Terrestre Ambiental 社 HP (<https://abetre.org.br/terrestre-ambiental/>) , 2021年12月

⁷⁷ サンパウロ州固形廃棄物管理計画（Plano de RESÍDUOS SÓLIDOS do Estado de São Paulo）, 2020年



出典：Terrestre Ambiental 社 HP (<https://abetre.org.br/terrestre-ambiental/>), 2021 年 12 月

図2.11 Sítio das Neves 処分場の全景

(4) 上下水道事業から発生する固形廃棄物(汚泥等)

バイシャーダ・サンチスタ地域の上下水道や雨水排水から生じる固形廃棄物（汚泥等）も処分先は Sítio das Neves 埋立地である。

上水道から発生する固形廃棄物（汚泥）は、サンパウロ州の固形廃棄物管理計画によると、CETESB の推計では 2018 年時点で 9,044,474 m³/日の浄水量に対して 143,771t/年の汚泥が発生している。そのうち、バイシャーダ・サンチスタ地域では、計 6 浄水場で 799,805 m³/日の浄水量に対して 14,626t/年の汚泥が発生しており、サンパウロ州の総発生量の約 10%を占めている⁸⁰。

また、下水道から発生する固形廃棄物（汚泥及び砂）に関して、サンパウロ州の固形廃棄物管理計画によると、CETESB の推計では 2018 年時点で 227,199t/年の汚泥、63,197t/年の砂が発生している。そのうち、バイシャーダ・サンチスタ地域では、4,123t/年の汚泥、5,286t/年の砂が発生しており、サンパウロ州の総発生量のうち、汚泥は約 2%、砂は約 8%を占めている⁸¹。沿岸部に位置するバイシャーダ・サンチスタ地域は、下水道における砂の発生量が州内他地域の 1.5 倍以上であると推計されている。

(5) 海洋プラスチックごみ

海洋ごみは「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」の目標 14「海の豊かさを守ろう」に含まれるものである。ブラジル国は 2017 年の国連海洋会議での戦略策定に同意しており、以降、国家の固形廃棄物管理計画の見直しの中でも主要な議題として取り上げられている。

その海洋ごみの中でも、素材の性質上滞留時間は長く（最長で 400 年以上）、総重量の 40%を

⁸⁰ サンパウロ州固形廃棄物管理計画 (Plano de RESÍDUOS SÓLIDOS do Estado de São Paulo) , 2020 年

⁸¹ サンパウロ州固形廃棄物管理計画 (Plano de RESÍDUOS SÓLIDOS do Estado de São Paulo) , 2020 年

占める上、生態系のほか船舶航行や観光業・漁業等にも影響を及ぼし得る海洋プラスチックごみへの対策に特に焦点が当てられている⁸²。サンパウロ州の645の自治体のうち、沿岸部に位置しているのは16市（IBGEの2019年の推計では総人口2,256,241人、7,783㎡で州全体の約3%）で、この中でもバイシャーダ・サンチスタ地域の海洋プラスチックごみは増加傾向にある。同地域ではごみの分別が進んでおらず、海洋プラスチックごみのうち80%が陸側で発生している⁸³。ブラジル国は世界第16位の海洋プラスチックごみの発生国であり、プラスチックごみの年間総重量は471,404t、一人一日あたりの発生量は0.017tと推計されている。バイシャーダ・サンチスタ地域の海洋ごみの発生量は3.3t/日と推計されており、1.5t/日程度の海洋プラスチックごみが発生していると推定されている⁸⁴。

このような現状を受けてCETESBは、2020年に計画の策定過程から多くの組織が関与する参加型の計画として「サンパウロ州における海洋ごみのモニタリングと評価のための戦略的計画（PEMALM: Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo）」を策定した。PEMALMは、廃棄物管理に関するサンパウロ州の公共政策の意思決定プロセスと統一を目的としており、州の固形廃棄物管理計画に具体的な目標と行動を取り込んでいる⁸⁵。表2.10に、PEMALMが提示した海洋ごみの発生を監視・評価するための指標を示す。汚水の収集及び処理、各下水処理場の前処理施設からの固形廃棄物量が指標となっておりSABESPにも貢献が求められている。ただし、固形廃棄物の量についてはSABESPが流入する固形物を管理することはできず、主導的に貢献することは非常に困難である。

表2.10 PEMALMのワークショップで提案される海洋ごみの発生を監視・評価するための指標

必要な情報	指標	監督者/協力者
ごみの消費量及び排出者数	市町村別総人口（定住・移動）と推移	SEADE
各自治体の固形廃棄物管理、埋立地、肥料生成プラントの質	IGR：固形廃棄物管理指数	SIMA
家庭用固形廃棄物収集に関する世帯数	ICR：定期回収サービス指標	各自治体
リサイクル可能な固形廃棄物が分別回収されている世帯数（%）	ICS：選択的収集サービス指標	各市（委託先）、リサイクル協同組合
汚水収集及び処理のレベル	ICTEM：各市の下水収集・処理に関する指標	CETESB
下水に含まれるごみが海洋まで到達する可能性	海中放流施設を含む下水処理場の前処理で発生する固形廃棄物の量（質量または体積）	SABESP、民間企業、各市
非公式な居住地	非公式居住区内・非公式居住区周辺の住居数及び占有面積	各市、CDHU、IBGE、IG、第三セクター
各市でリサイクルされる廃棄物の量	各自治体のリサイクルされる廃棄物の年間の質量または体積	各市（委託先）、リサイクル協同組合
所得、教育、健康に基づく幸福度	HDI：人間開発指数	各市
所得集中度	ジニ指数	各市
河川、河口等からごみが海へ流入する可能性	雨水及び都市排水路、自然界に投棄された固形廃棄物の量（質量または体積）	SNIS、各市、第三セクター

⁸² 海洋ごみ問題（<https://www.nippon-foundation.or.jp/journal/2020/43293>）, 日本財団, 2020年

⁸³ サンパウロ州固形廃棄物管理計画（Plano de RESÍDUOS SÓLIDOS do Estado de São Paulo）, 2020年

⁸⁴ PLANO ESTRATÉGICO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DO LIXO NO MAR 2021, CETESB

⁸⁵ PLANO ESTRATÉGICO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DO LIXO NO MAR 2021, CETESB

必要な情報	指標	監督者/協力者
リバースロジスティクスによる固形廃棄物の再資源化	リバースロジスティクスによる部門別の固形廃棄物の回収量	CETESB
沖合での活動（港湾、船舶、海上など）からごみが海に流入する可能性	港湾及びマリーナにおけるごみの量（重量または体積）	CODESP、CDSS
都市清掃における固形廃棄物	道路清掃で除去した廃棄物の量（重量または体積）	各市、民間企業（廃棄物収集、浚渫、都市清掃の運営企業）

出典：PLANO ESTRATÉGICO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DO LIXO NO MAR 2021, CETESB

2.4 対象地域のコミュニティに係る社会調査（ベースライン・サーベイ）

事業の計画条件を確認することおよび事業実施前のベースライン・データを得ることを目的として、対象地域の社会経済状況、給水・生活排水・し尿の処理方法、衛生および環境に関連する住民が置かれている状況、慣行、意識等を把握する社会調査を実施した。

2.4.1 調査内容

本調査は現地再委託により実施し、表 2.11 に示す情報を収集した。まず事業対象地域の特徴を把握する調査（表 2.11 の I）は、二次データを含む既存情報の取りまとめにより行った。他方、事業対象地域の住民の当該セクターにかかる現状や意識を把握する調査（表 2.7 の II-①～II-⑤）は、調査員が質問票を用いて住民から聞き取り、その結果を集計・分析する方式にて行った。

表2.11 調査内容

No.	調査目的	調査項目
I	対象地域の特徴を把握	対象地域の人口動向、世帯数、民族構成、平均収入・支出、生計手段・就業形態、公共・社会インフラ、主な経済活動、土地利用等
II-①	住民の特徴を把握	世帯人口・構成、民族、宗教、世帯主の性別、生計手段、雇用状況、世帯収入等
II-②	対象地域一般家庭における水利用にかかる実態と意識把握	季節別の生活用水量、入手手段、水道料金、水確保に要する時間・労力、担当者、男女差、満足度、水道サービスに求めるもの（安定性、安全性、低廉性、公共性等）
II-③	対象地域一般家庭における生活排水・し尿の処理方法にかかる実態と意識把握	生活排水・し尿の処理方法、季節別の支払い料金、下水道サービスに対する満足度、接続料・月額使用料等の負担、支払い意識等
II-④	家庭と住環境の衛生状況把握	し尿処理方法、水因性疾病の有無・頻度、トイレの有無（共有）・種類、衛生状況及び意識等
II-⑤	地域の衛生環境改善、利用者の支払い意思・可能性把握	排水溝の状態、浸水の頻度、河川・海・水路等の汚染状況等に対する意識、ニーズ等

出典：調査団作成

調査対象地域では、地域によって上下水道施設の整備状況やサービスレベルに差異があり、行われる事業の内容も異なる。そのため収集可能な情報と期待される裨益に違いがあることが想定され、その違いに合わせた質問を用意して情報収集を試みた。調査の対象地域、収集した情報、サンプリング地域とサンプル数等を表 2.12 に、対象地域のサンプリングエリアの位置図を図 2.12 に示す。社会調査の TOR は添付資料 2.4 参照とする。

表2.12 調査地域、収集情報、サンプル数

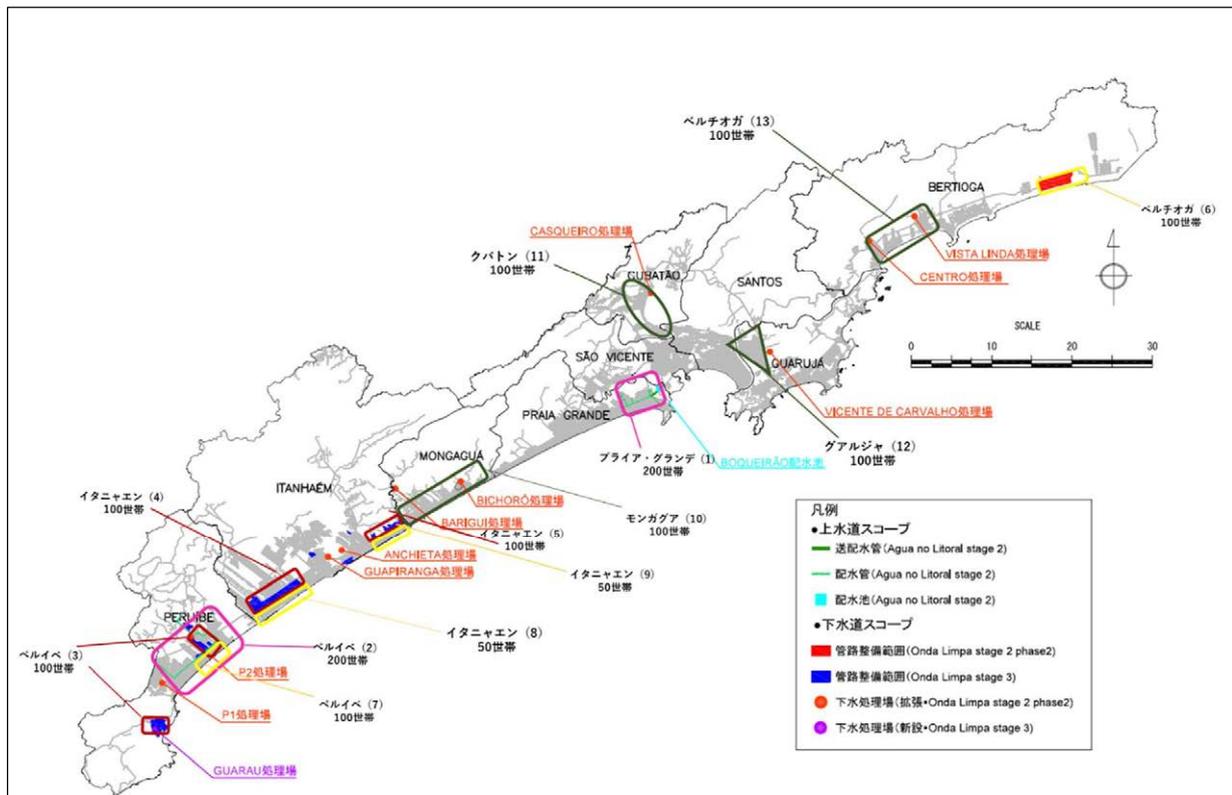
エリア	調査地域	収集情報	サンプル数と内訳 ¹
1	配水池の新設および送配水管新設の裨益エリア (プライア・グランデ市とペルイベ市の裨益エリア)	水の確保、(生活排水・し尿の処理方法) および環境に関する現状 (ベースライン) ²	400 戸 (406 戸) ³ (プライア・グランデ市: 200 戸 (エリア 1)、ペルイベ市: 200 戸 (エリア 2))
2	下水管拡張および戸別接続工事が行われる市の直接裨益エリア	(水の確保)、生活排水・し尿の処理方法および環境に関する現状 (ベースライン) ²	400 戸 (409 戸) (ペルイベ市: 100 戸 (エリア 3)、イタニャエン市: 200 戸 (エリア 4 及び 5)、ベルチオガ市: 100 戸 (エリア 6))
3	2 の非直接裨益エリア(環境により敏感と想定されるビーチ沿い住宅地エリア)		200 戸 (210 戸) (ペルイベ市: 100 戸 (エリア 7)、イタニャエン市: 100 戸 (エリア 8 及び 9))
4	処理場のみに関する工事が行われる市内の裨益エリア		400 戸 (444 戸) (モンガグア市: 100 戸 (エリア 10)、クバトン市: 100 戸 (エリア 11)、グアルジャ市: 100 戸 (エリア 12)、ベルチオガ市: 100 戸 (エリア 13))
合計			1,400 戸(1469 戸)

注 1: 社会調査において、90%の信頼水準において許容誤差を 5%に保つためには 385 サンプル以上必要であるため、各質問につき 400 サンプルの収集を目安とした。()内は実際に収集したサンプル数。

注 2: 事業の事後評価時に再度調査との結果を比較することにより、その変化から事業の効果・インパクトを把握することを想定

注 3: サンプルには、年を通じて居住している住民を選んだ

出典: 調査団作成



出典: 調査団作成

図2.12 社会調査サンプリングエリア位置図

2.4.2 調査結果

調査のうち、社会経済及び水、衛生、環境に関する結果の概要を以下に示す。なお上下水道サービスに対する市民の意識、上下水料金に対する市民の意識および家庭における給水・衛生に関するジェンダー役割に関連する結果は、本報告書の「3.6.5 上下水道料金に対する市民の意識」、「4.1.3 上下水道サービスに対する市民の意識」および「9.1.3 社会調査の結果から伺える対象地域の現状・課題」で説明している。

(1) 事業対象コミュニティが置かれている現状

社会調査で得られた事業対象地域の住民が置かれている現状に関する調査結果を表 2.13 に示す。

表 2.13 社会調査から得られた事業対象地域の住民の現状

事業対象エリア	I：配水池の新設および配水管新設事業の裨益エリア		II：下水管拡張および戸別接続事業が行われる市の直接裨益エリア			III：下水処理場に関する事業が行われる市内の裨益エリア				全体
	プライア・グランデ市の当該エリア	ペルイベ市の当該エリア	ペルイベ市の当該エリア	イタニャエン市の当該エリア	ベルチオガ市の当該エリア	モンガグア市の当該エリア	クバトン市の当該エリア	グアルジャ市の当該エリア	ベルチオガ市の当該エリア	
平均世帯人数 (人)	3.3	3.2	2.9	2.8	3.1	2.9	2.6	3.4	3.4	3.0
女性世帯主 (%)	51.0	62.0	44.8	58.0	55.8	56.1	50.9	51.8	60.0	55.2
民族構成 (白人/黒人/ 混血/アジア系/ 原住民/無回答)	47.1/8.7/ 42.2/1.5/ 0.5/0	59/8.5/ 31/1/ 0/0.5	61/5.7/ 33.3/0/ 0/0	57.5/10.5/ 31/0/ 0.5/0.5	58.7/4.8/ 32.7/ 2.9/ 0/1	68.2/ 9.3/ 21.5/ 0.9/0/0	46.4/ 10.9/ 39.1/0/ 1.8/1.8	28.6/ 7.1/61. 6/0/ 0/2.7	51.3/7/ 40/0/ 0/1.7	55.1/ 7.8/ 35.1/ 1.0/0.3/ 0.7
平均世帯収入 (BRL)	3,039	2,384	2,876	2,312	3,963	2,819	3,006	2,784	3,238	3,069
就業別形態 雇用している人が1 人以上いる世帯 (%)	68.0	46.5	58.1	55.5	61.5	57.0	46.4	67.0	74.0	57.3
正規雇用者のいる世 帯 (%)	39.3	22.5	17.1	22.5	21.2	29.9	19.1	45.5	31.3	27.0
自営業・個人事業が一 人以上いる世帯(%)	20.9	24.5	28.6	15.5	13.5	17.8	15.5	16.1	21.7	19.4

出典：調査団作成(社会調査の結果より)

事業対象地域全体の家庭の平均世帯人数は3人であった。女性世帯主世帯は平均44.8～62%で殆どのエリアで過半数を超え、統計で確認した同地域の都市部のパターンと一致していた。

各エリアの平均世帯収入は2,312～3,963 レアルとばらつきがある。世帯の一人当たりの平均月収に換算し、それが最低賃金の1/4以下(1人当たり250レアル以下)の場合極貧困層とみなされる⁸⁹が、全体では6.2%を占めていた。特に、上水道事業対象地域(I)のプライア・グランデ市の当該エリアおよびペルイベ市の当該エリアはそれぞれ12.6%、9.0%と平均よりも高かった。

全体の半数以上(約57.4%)の世帯には、雇用されている人が最低1人はおり、全体の約20%の世帯では、自宅で仕事をする自営業あるいは個人事業を営んでいる人であった。その職種内訳は、商業や様々な製品の個人販売(32.4%)、ホームオフィス(15.7%)、美容院やマニキュア等の個人向けサービス業(17.6%)、食品の生産と販売(17.6%)等であった。

⁸⁹ ブラジル政府による貧困撲滅などを目的とした低所得者現金給付プログラム「ボルサ・ファミリア・プログラム」による規定。Aline Gazola Herllmann (2015). 「How does Bolsa Familia Work?」『Technical Note N° IDB-TN-856』, p9.

(2) 住民の水の確保、生活排水・し尿の処理方法および環境に関する意識

社会調査では、住民の水の確保、生活排水・し尿の処理方法および環境に関する意識についてアンケート調査を行った。主な調査結果を示す。

1) 水の確保

SABESP の上水道サービスを受けていると答えた世帯の、平均使用水量は 2021 年 4 月の実績で平均 12.7 m³/世帯/月であった。社会調査対象世帯の平均世帯人数は 3 人であったため、一人当たり 141L/日となる。

水道料金を支払っていないと答えた人は 1.5%で、この内訳は、家主や雇用者、家族によって支払われるため自分は支払わないと答えた人が 0.3%（よって水道代金自体は支払われている）。理由を述べなかった人が 1.2%であったが、調査員はその多くが不正接続によるものではないかと推測している。他方、所得が低いために社会（Social）あるいは脆弱（Vulnerable）等の低い料金が適応されているカテゴリーの世帯は、全体の 0.7%であった⁹⁰。

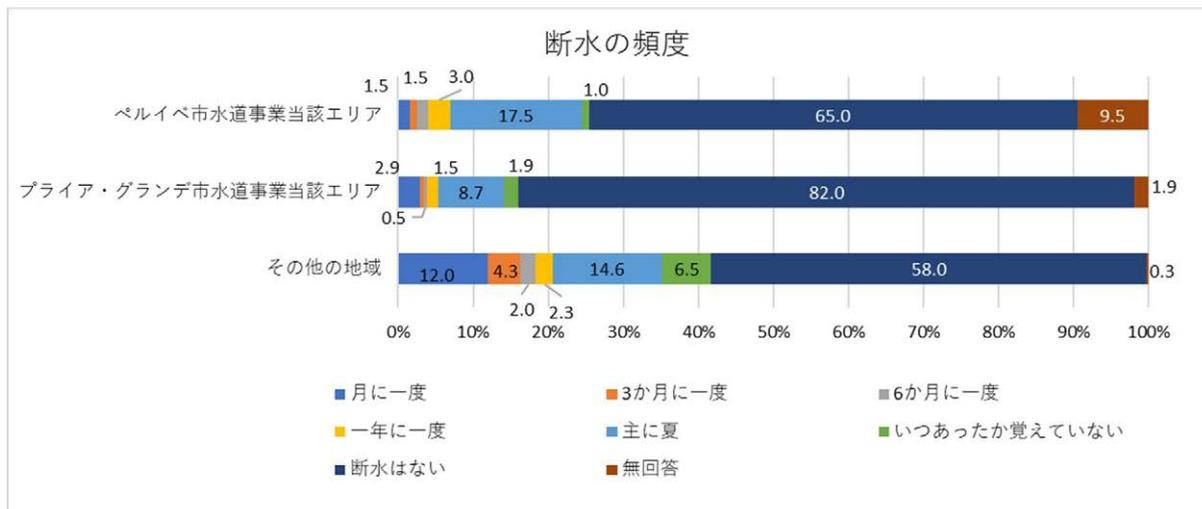
SABESP の上水道サービスを受けている世帯のうち、12.1%の世帯が他の水源も利用していると答え、それらはペットボトル（8%）、雨水（1.8%）、近所への接続⁹¹（1%）自宅の井戸（0.8%）等であった。ペットボトルの水を使用している人は、その購入費に月平均 53 レアルを費やしていると答えた。夏とその他の季節の費用の違いについて明確に答えられる世帯は非常に少なかった。

他方 SABESP の上水道サービスへの接続がない家庭は全体の 2.8%であり、水の入手方法は自宅の井戸が最も多く（33%）、次いで近隣住宅への接続（25%）、不正な接続と明言した人も 12.5%いた。ペットボトルと答えた人は一世帯のみであった。その費用は明示されなかった。

家庭に水タンクを備えている家庭は全体で 88.5%に上った。これにより水の供給が途絶えてもその影響を最小限に抑えることができる。しかし逆に言えば、断水が起きるため必要ということである。水道事業対象地域（I）とその他の地域で、断水の頻度を比較した。夏に起きるという世帯が 15～18%くらいあったが、断水が起きていないという世帯が圧倒的に多かった。またプライア・グランデ市およびペレイベ市の水道事業当該エリアが他の地域に比べて断水が多い傾向はこの調査からは得られなかった。その他のエリアの中で断水が特に多かったのはグアルジャ市で、62%が少なくとも月に一度は断水があると答えるなど、その他の地域の平均値を上げている。

⁹⁰ 料金体系については本章 3.6.1 参照

⁹¹ 自宅に水タンクを備えていない世帯による回答が多く、断水時等に近所から融通してもらおうのではないかと推測される



出典：調査団作成(社会調査の結果より)

図2.13 対象地域の断水の頻度 (%)

2) 生活排水・し尿の処理方法

調査を行った世帯では 99.8%にトイレがあり⁹²、下水道拡張および戸別接続事業が行われる直接裨益エリア内で、SABESP との下水接続がない家庭の下水処理の方法は、表 2.14 に示すように大多数が腐敗槽で、浸透井戸および放流と続いた。

表2.14 下水接続がない家庭のし尿処理方法 (%)

対象	腐敗槽	浸透井戸	放流 (排水溝、川・海、畑等)
ペレイベ市の下水管拡張および戸別接続事業が行われるエリア	97.8	3.3	3.3
イタニャエン市の下水管拡張および戸別接続事業が行われるエリア	90.0	6.6	4.0
ベルチオガ市の下水管拡張および戸別接続事業が行われるエリア	94.4	4.5	2.2

注)複数回答可

出典：調査団作成(社会調査の結果より)

腐敗槽の清掃の頻度は、70% (ベルチオガ市) から 85% (ペレイベ市) の世帯が一度もないと答え、平均年一回以下である。腐敗槽の清掃にかかる費用は 548 レアル/回であった。これは、平均的な家庭の月当たり使用水量を 13.5 m³とした場合の家庭 (一般) カテゴリーの下水道料金 43.14 レアル/月 (上下水道料金 86.28 レアル/月の半分) の 13 か月分、家庭 (社会) カテゴリーの下水道料金 13.99 レアル/月 (上下水道料金 27.98 レアル/月の半分) の 39 か月分、家庭 (脆弱) カテゴリーの下水道料金 9.63 レアル/月 (上下水道料金 19.26 レアル/月の半分) の 57 か月分に相当する⁹³。即ち、年に 1 度の腐敗槽の清掃を行うとして、腐敗槽の維持は一般的な家庭でも下水道料金とほぼ同等の費用がかかり、貧困層にとっては腐敗槽よりも下水道料金の方が安価であると言える。

2.1.3 節の表 2.3 に記載のとおり、サンパウロ州の 2020 年の一人当たり平均月収額は 3,090 レアルであり、各カテゴリーの上下水道料金は通常の過程、「社会」カテゴリーに分類される貧困家庭、「脆弱」カテゴリーに分類される最貧家庭のそれぞれの平均月収に対して 0.93%、0.30%、0.21%

⁹² 近隣の親戚のトイレ使用、集合住宅の共同トイレの使用等

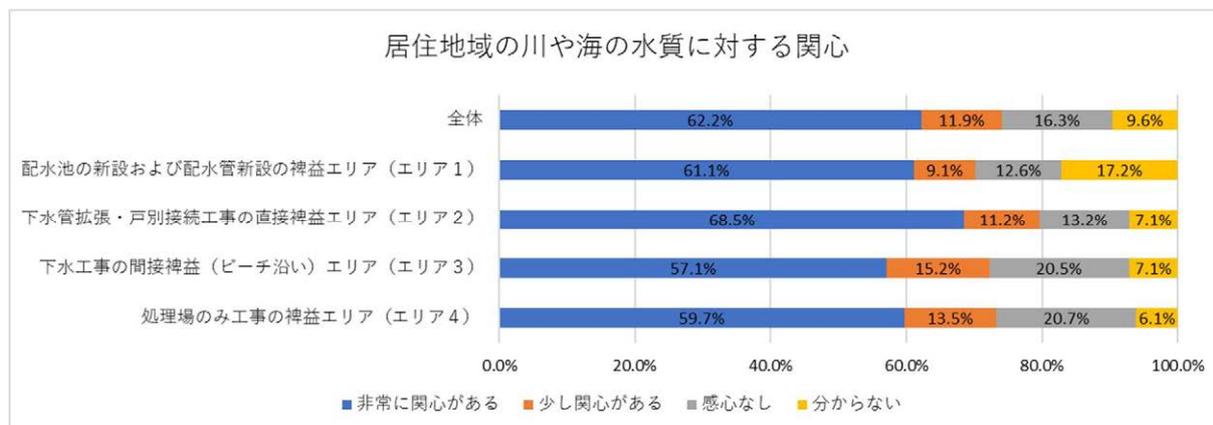
⁹³ 家庭の標準的な使用水量、使用水量に応じた月当たりの上下水道料金については 3.6.1 (3)参照

に相当する。

生活排水の再利用については、洗濯に使用した水を掃除に使用するなど、全体で 64.1%の世帯が再利用していると答えた。

3) 環境に対する意識

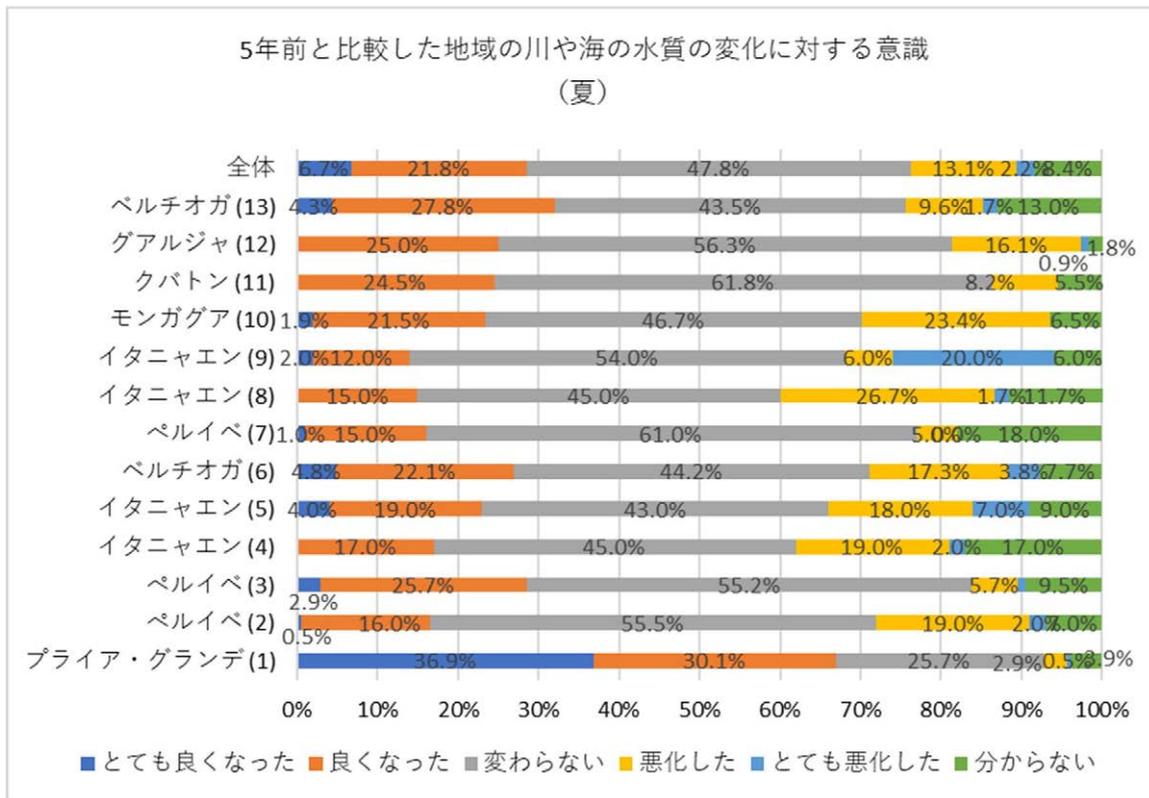
社会調査では、地域の環境、特に川や海の水質に対する住民の意識についても調査した。図 2.14 にそれらへの関心の度合いについてのアンケート結果を示す。62.2%の人が「非常に関心がある」、11.9%が「少し関心がある」と答え、「関心がない」(16.3%)を大幅に上回った。これはエリアにより多少ばらつきがあり、下水道個別接続がない地域(エリア2)では他の地域に比べて「関心がある」と答えた人の割合が多い。一方、エリア2に隣接するビーチ沿いの居住区であるエリア3は他の地域よりも関心がやや低い結果であったものの、全体として関心が高く、居住区の違いによる差はあまりないと言える。関心が高い理由としては、公害や汚染の懸念、保全の必要性、不十分な下水処理への心配、健康への影響懸念等が主なものであった。



出典：調査団作成(社会調査の結果より)

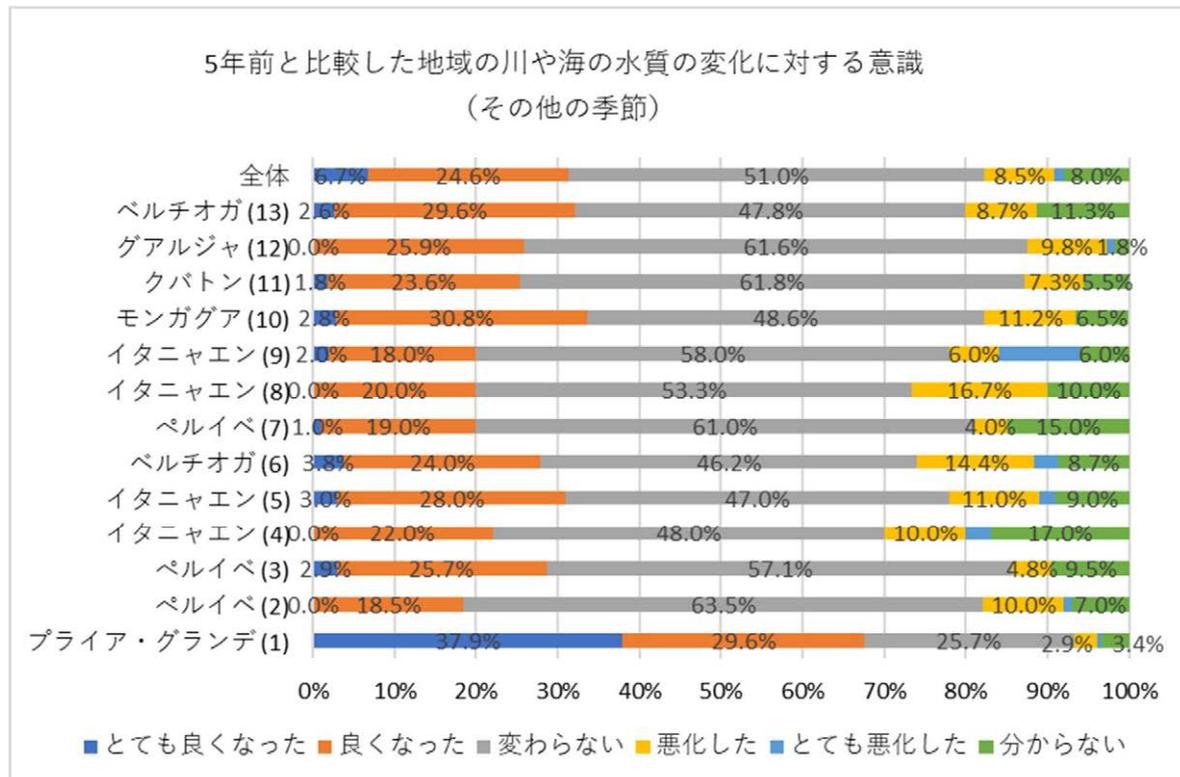
図2.14 居住地域別の川や海の水質に対する市民の関心

地域の川や海の水質を5年前と比べてどう評価するかとの質問に対しては、図 2.15 に示すように全体で 31.3% (夏季 28.5%) の住民が「良くなった」、51% (夏季 47.8%) が「変わらない」、9.7% (夏季 15.3%) が「悪化した」、8% (夏季 8.4%) が「わからない」と答え、プライア・グランデ市の直接裨益エリアを除きすべてがほぼ同等の割合を示した。いずれのエリアにおいても、夏の水質の評価はその他の季節よりも低い。他方プライア・グランデ市の当該エリアでは、67.5% (夏季 67%) の住民が「良くなった」、25.7% (夏季も同じ) が「変わらない」と答え、「悪くなった」と答えた住民は 8.4% (夏季も同じ) のみであった。



出典：調査団作成(社会調査の結果より)

図2.15 5年前と比較した地域の川や海の水質の変化に対する意識(夏)



出典：調査団作成(社会調査の結果より)

図2.16 5年前と比較した地域の川や海の水質の変化に対する意識(その他の季節)

(3) 水因性疾患に関する現状

家庭の衛生と健康状況を把握するために、過去2年間に水因性疾患等へ罹患した家族の有無、罹患した場合にはその疾患の種類について調査した結果を表2.15に示す。調査家庭全体の13.3%が何らかの水因性疾患に罹患しており、その主な疾患は下痢である。裨益エリア別では、エリア2とエリア4が平均よりも高い。すなわち、下水道サービスへのアクセスの低いエリア2が最も高い罹患率となっている。

表2.15 水因性疾患への罹患率および疾患の種類(%)

	罹患あり	下痢	感染症 (目)	感染症 (皮膚)	赤痢	その他 (感染症、嘔吐)
配水池の新設および配水管新設の裨益エリア (エリア1)	10.8	7.6	0.3	1.3	1.3	2.7
下水管拡張・戸別接続工事の直接裨益エリア (エリア2)	15.4	11.5	1.7	1.0	1.0	3.7
下水道工事の間接裨益 (ビーチ沿い) エリア (エリア3)	11.4	7.1	0.0	1.0	1.4	4.8
処理場のみの工事の裨益エリア (エリア4)	14.6	12.2	0.5	1.1	2.7	2.9
全体	13.3	10.0	0.7	1.1	1.6	3.3

出典: 調査団作成(社会調査の結果より)

下水道への接続の有無と水因性疾患への罹患の関係については、表2.16に示すように、下水道サービスへの接続がある家庭の水因性疾患への罹患率は12.8%、他方下水道サービスへの接続の無い家庭の罹患率は14.9%と下水道サービスへ接続がある家庭よりも無い家庭で若干高い傾向が見られた。

表2.16 SABESP 下水道サービス接続有無と水因性疾患への罹患率

下水道サービス接続	罹患あり
有	12.8%
無	14.9%

出典: 調査団作成(社会調査の結果より)

以上より、下水道が整備されていないエリアでは下水道が整備されているエリアよりも水因性疾患の罹患率が高く、既に下水道が整備されているエリアにおいても下水道に接続していない世帯は接続している世帯よりも罹患率が高い傾向が確認された。

なお、水道接続の有無と水因性疾患罹患の相関については、水道接続のない家庭が調査家庭全体のわずか1%のみのため、統計的に優位な分析が行えないこと分析を行わない。

上記の疾患に罹患した際、医療機関又は薬局を使用した家庭は調査家庭全体のそれぞれ41.2%および51.5%で、それに対する費用が発生した家庭は52.9%(72家庭)であった⁹⁵。一度の疾病に対して家庭が支払った医療費は平均77.7レアルであった。

⁹⁵ ブラジルでは、公共の病院では医療費は無料であるため、費用が発生しない。

第3章 対象地域における上下水道セクターの制度・組織及び財務の現状

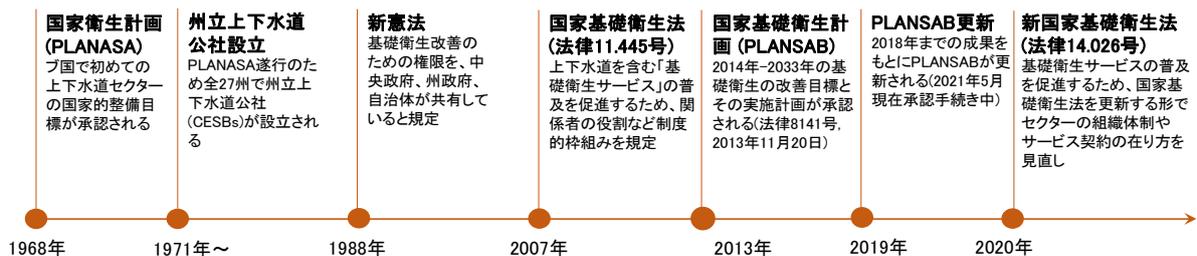
3.1 国家レベル及び州レベルの方針及び法制度、整備・維持方針

3.1.1 上下水道に係る主な法律等と国家方針

(1) 概要

ブラジル国の上下水道セクターにおける制度や整備方針について、近年の主な出来事を図3.1に示す。ブラジル国上下水道セクターにおいて、国家としての統一的な整備方針を初めて打ち出したのは1968年の国家衛生計画（Plano Nacional de Saneamento：PLANASA）である。PLANASA 遂行のために全27州において上下水道公社（Companhia Estadual de Saneamento Básico：CESB）が設立され、それまで市レベルの自治体がそれぞれ行っていた上下水道サービスの多くをCESBが担うことになり、CESBは今でもブラジル国上下水道セクターにおける中心的なサービスプロバイダーとなっている。

現在の上下水道セクターの制度的枠組みは、連邦政府、州政府、自治体、サービスプロバイダーの役割等を規定した2007年法律11,445号（2007年1月5日）（国家基礎衛生法）によって構築され、2020年法律第14,026号（2020年7月15日）（新国家基礎衛生法、通称「Novo Marco」）で一部が改められている。また、上下水道サービスの整備方針・目標は2013年の国家基礎衛生計画（Plano Nacional de Saneamento Básico：PLANSAB）で掲げられ、その整備方針・目標は2019年に更新されている¹。



出典：調査団作成

図3.1 ブラジル国の上下水道セクターにおける制度や整備方針に係る主な出来事

(2) 2007年法律第11,445号と2020年法律第14,026号（通称「Novo Marco」）による上下水道セクターの制度的枠組み

2007年の国家基礎衛生法及び2020年7月のNovo Marcoで規定された制度的枠組みを表3.1に整理する。Novo Marcoは、国家基礎衛生法で形作られた仕組みをPLANSABの実施促進のために発展させ、各市とサービスプロバイダーとのサービス契約に市場競争の原理と明確な目標設定の

¹ 2021年10月末現在、PLANSAB 2019は大統領直属の環境審議会（Conselho Nacional do Meio Ambiente：CONAMA）での審議中である。CONAMAの後は地域開発省（本章3.2.1節参照）の最終化を経て大統領による最終承認手続きに入る

導入を求めている。また、全国の上下水道サービスが一定の基準で実施されるよう、サービス契約の規制者が参照する国家レベルのガイドラインが、一元的に水・衛生室（Agencia Nacional de Aguas e Saneamento Básico：ANA）により作成されることを明確にしている。

Novo Marco 制定の背景には、PLANASA と PLANSAB によりブラジル国の衛生環境は大きく改善したものの、特に財政的な問題で上下水道の普及が立ち遅れているエリアが広く残存している状況がある。経営的ノウハウを有する事業者がフルコストリカバリーによって質の高い上下水道事業を行うべく、Novo Marco は市場の活性化、地方の上下水道サービスの事業性向上、特に料金設定に関する規制の体系化を試みている。

表3.1 2007年国家基礎衛生法及び2020年Novo Marcoで規定された
上下水道セクターに係る制度的枠組み

テーマ	規定事項	備考
「基礎衛生」(Saneamento Básico)の定義	<ul style="list-style-type: none"> 基礎衛生とは、1. 飲用水の供給、2. 下水道、3. 都市の美化と固形廃棄物管理、4. 雨水の排水・管理に係る i) サービス、ii) インフラ、iii) 運転管理用設備の総称である 	
「基礎衛生」に係る基本的目標	<ul style="list-style-type: none"> 基礎衛生へのアクセスは全国民に確保されなければならない 	1988年憲法でも同様の規定あり
「基礎衛生」サービスの実施体制	<ul style="list-style-type: none"> 基礎衛生サービスは「オーナー」である自治体がプロバイダーと、プロバイダーによるサービスの規制者を決定する プロバイダーは入札を経て選定しなくてはならない 上下水道サービスがビジネスとして成立し難い地域の自治体は、他の自治体と共同してサービスプロバイダーと単一の契約を結ぶことを認める 	Novo Marco による新たな規定
国家レベルのガイドライン作成を担う機関	<ul style="list-style-type: none"> 基礎衛生サービスの「オーナー」及びサービスの規制者が参照する基準類の作成は国家水・衛生庁（ANA）が行う 	Novo Marco による新たな規定
「基礎衛生」サービスに係る契約の条件	<ul style="list-style-type: none"> 基礎衛生サービスの委託契約では明確な目標とマイルストーンが規定されていなければならない 上下水道事業への接続率に新たな目標を規定（3.1.2(2)参照） 	Novo Marco による新たな規定

出典：調査団作成

(3) Novo Marco が導入した新制度による、自治体・州公社間の上下水道サービス契約への影響

SABESP と市が結ぶコンセッション方式事業の法的な契約形態は、プログラム契約（Contrato de Programa）とコンセッション契約の2種類が存在する。ブラジルの上下水道事業は、主に2005年法律11,107号（コンセッション法）に従って、市と各州の上下水道公社の間でプログラム契約が締結されてきた。プログラム契約は、契約当事者が政府の関係機関（州営企業、第三セクター含む）であること、および連邦法に規定される入札手続きが不要との特徴がある。一方、コンセッション契約では、入札時の競争入札が義務付けられている。

Novo Marco の目的の一つは下水道事業への規制厳格化であり、2021年3月以降の水道事業のコンセッション方式事業ではプログラム契約による契約が禁止され、全てコンセッション契約による実施されることとなった。従い、今後のコンセッション方式の契約期間終了時には競争入札手続きが必要とされた。

Novo Marco による市場競争の原理と明確な目標設定の要請は、これから新たに結ばれるサービス契約のみならず既存の契約に対しても及んでいる。SABESP をはじめ州公社が各市と締結している既存契約について、Novo Marco は以下のような取り扱いを定めている。

- Novo Marco 発行（2020年7月）以降、既存のプログラム契約を更新することを禁じる
- 既に締結されているプログラム契約については、2022年3月までにサービス目標、目標の達成スケジュール、目標未達の場合のペナルティ等を盛り込んだ事業計画に修正する必要がある。盛り込まれる目標は Novo Marco が掲げる下限目標を満足する必要がある

この制度変更により、パフォーマンスの良し悪しに関わらず更新が認められてきた既存のプログラム契約は、目標未達の場合のペナルティ厳格化や契約破棄のリスクを伴うことになった。また、契約期限を迎えた後は競争入札により新たに事業者が選ばれることになる。これは、PLANSAB が掲げるサービスへのアクセス改善に寄与することが期待される反面、ANA が実施することになっている関連ガイドラインの作成を含め、契約や制度の移行が短期間で整わなかった場合の混乱も危惧されている。そのため、本制度の適用については実務的な見地から緩和や変更が生じる可能性も残されているが、SABESP をはじめとする州公社は既存のプログラム契約をコンセッション契約に移行すべく各市と協議を重ねているところである。

3.1.2 上下水道の整備に係る整備目標

(1) 国全体の整備目標(PLANSAB)

ブラジル国の上下水道セクターの整備目標は PLANSAB において設定されている。PLANSAB は都市省（当時²）の環境・衛生監督庁（Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades : SNSA）³が作成し2013年に法律8141号（2013年11月20日）によって承認されたもので、毎年進捗の評価が行われるとともに、ANA が四年に一度更新することになっている。最初の更新作業は2018年から2019年にかけて行われ、現在政府の承認手続きが行われている。

2019年の更新版は2017年時点の指標値をもとにこれまでの成果を総括し、2033年の最終目標と2023年のマイルストーンを修正している。また、指標そのものについても、整備レベルやサービスレベルを表す指標としての的確性、統計データからの算出のしやすさの観点等から一部変更や追加が行われている。その結果、PLANSAB 2019では上水道サービスについて8項目、下水道サービス・衛生については6項目の指標が掲げられ、それぞれの指標に対して国全体と5つの地域区分（北部、北東部、中西部、南東部、南部）⁴ごとに目標値が設定されている。また、PLANSAB 2013に引き続き、都市部・農村部を含めた上水道サービスへのアクセスに関する指標については州ごとの目標値もある。

表3.2に、PLANSAB 2019で定められている上下水道サービス・衛生の指標のうち都市部におけるサービス普及に関する目標値を示す。PLANSAB 2019で定められている上下水道サービス・衛生に係る全ての指標、及びそれらのPLANSAB 2013との比較は添付資料3.1に示す。

² 都市省（Ministério das Cidades）は2019年1月に国家統合省（Ministérios da Integração Nacional）と統合され、地域開発省となった

³ 現在の地域開発省・衛生監督庁（Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional : SNS）

⁴ 国の地域区分については図2.1参照

表3.2 都市部における上下水道サービスの普及率に関する
ブラジル国の整備目標(PLANSAB 2019)

指標		年	地域					
			全国	北部	北東部	南東部	南部	中西部
上水道								
A2 ¹	配水ネットワークまたは井戸・泉より給水を受けている住居等のパーセンテージ (2023年以降の値は今後の目標値)	2010	97.1	87.6	94.8	98.5	99.2	97.9
		2017	97.7	92.2	95.9	98.6	99.4	98.5
		2019	97.8	91.9	95.7	98.8	99.4	98.5
		2023	98.2	96.1	96.9	98.7 ²	99.7	99.0
		2033	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
下水道・衛生								
E2 ¹	下水管ネットワークに接続または腐敗槽などの汚水処理設備を備えた住居等のパーセンテージ (2023年以降の値は今後の目標値)	2010	74.9	41.3	56.9	90.9	77.6	55.7
		2017	79.9	43.3	64.7	93.6	81.7	76.1
		2019	81.2	44.0	66.7	94.0	82.4	83.8
		2023	84.8	59.3	73.8	95.2	87.1	82.1
		2033	93.0	86.0	89.0	98.0	96.0	92.0
下水処理接続率(目標値なし)		2019	61.9	15.8	36.7	83.7	53.1	63.6
E4	収集された汚水のうち汚水処理が行われているパーセンテージ (2023年以降の値は今後の目標値)	2010	53.0	62.0	66.0	46.0	59.0	90.0
		2017	68.5	72.8	72.9	65.2	85.4	87.6
		2019	69.8	77.8	75.5	69.5	85.1	85.9
		2023	78.8	78.1	80.1	76.4	88.4	89.9
		2033	93.0	94.0	93.0	90.0	94.0	96.0

注1: PLANSAB では、A1 から A3 が上水道サービスの普及、E1 から E3 が下水道・衛生サービスの普及を示す指標となっている。A1 と E1 はそれぞれ A2、E2 と同じ定義を都市部・非都市部に問わず全域に適用するものである。同様に、A3 と E3 は同じ定義を非都市部のみに適用した指標である。結果として、A1 から A3、E1 から E3 の中でそれぞれ A2 と A3 が最も水準が高い

注2: PLANSAB は A1(都市部とその他の地域におけるパイプ給水あるいは井戸や泉からの給水の普及率)に対して州別の目標値も設定している。サンパウロ州は2023年から100%と設定されており、南東部全体の目標値よりもハードルが高い

出典: PLANSAB 2019。ただし下水処理接続率以外の2019年の実績については SNS, Plansab Relatório de Avaliação Anual 2019、下水処理接続率については Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)(<http://www.snis.gov.br/>)

(2) 州公社等が既存の上下水道サービス委託契約を継続するための整備目標

2020年の Novo Marco は、市と州上下水道公社等が結んでいる既存のプログラム契約に、下の水準を満足する目標を盛り込むことを求めている。

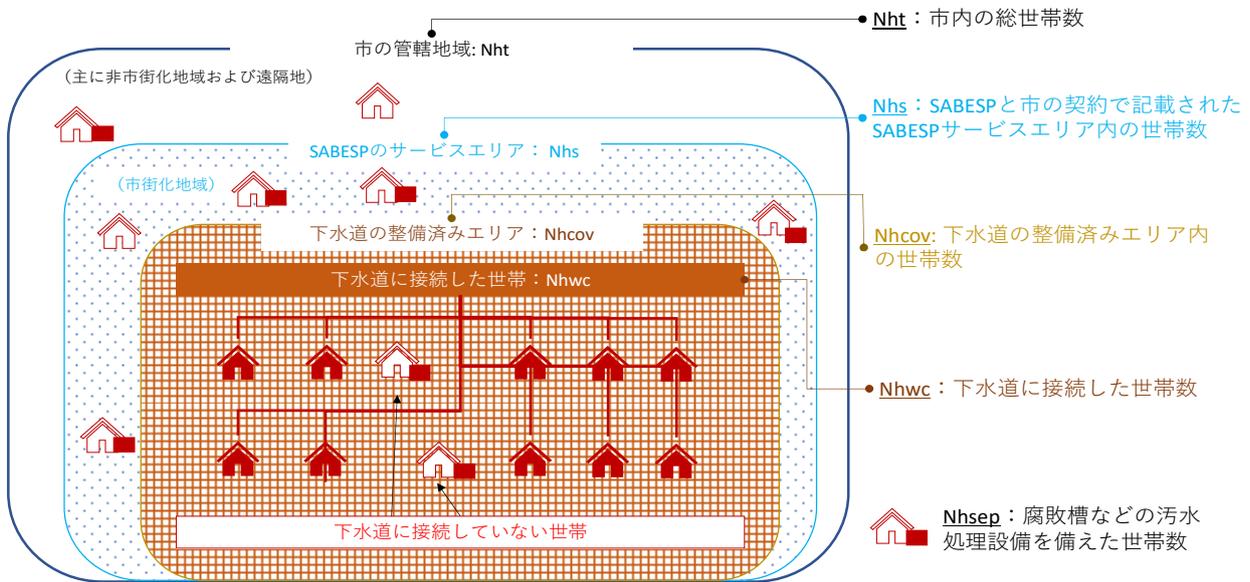
- 上水道への接続率: 2033年までに人口ベースで99%
- 下水処理場を備えた下水道への接続率(以下、下水処理場接続率): 2033年までに人口ベースで90%

3.1.1(3)で述べたように、Novo Marco によると、上の目標を2022年3月までに契約に取り込まなければならない。Novo Marco の目標は接続率に限定したものはあるが、PLANSAB の目標が「北部」「南東部」など広域な地域区分に対する全体目標であるのに対し、Novo Marco は契約ごとの目標を明示している。そのため、SABESP などのサービスプロバイダーにとって、Novo Marco で示された目標は、事業継続のために各市で必ず達成しなくてはならない明確な整備目標となっている。

(3) サービス普及に関する指標の定義

上で述べたように、PLANSAB と Novo Marco はその目的の違いから、定義の異なる指標をもって基礎衛生または下水道の整備目標を掲げている。また、SABESP も自らの成果を数値化するという目的で、PLANSAB や Novo Marco では言及されていない指標も使用している。

図 3.2 に、下水道サービスの普及に関する基礎的な指標の定義を示す。下水道サービスの普及率としては「下水道接続率」（Novo Marco の指標と同義）がサービスの普及程度を示すのに最も直接的な指標である。しかし、SABESP は下水道整備済みエリアであっても各世帯に下水道接続を強制する権限はないことから、自身の下水道整備事業の成果を直接的に表現し得る指標として、「下水道接続率」に加えて「下水道整備率」も併用している。



指標の定義（前提：下水道で収集された汚水は全て下水処理場に送られていると想定）		
PLANSAB	「E2: 下水管ネットワークに接続または腐敗槽などの汚水処理設備を備えた住居等のパーセンテージ」	$(Nhwc + Nhsep) / Nht$
Novo Marco	「下水道及び下水処理場に接続された人口のパーセンテージ」	$Nhwc / Nhs$ （SABESPの下水道接続率に該当）
SABESP	下水道整備率	$Nhcov / Nhs$
	下水道接続率	$Nhwc / Nhs$

出典：調査団作成

図3.2 下水道サービスに係る基礎的な指標の定義

3.2 上下水道セクターの組織体制

3.2.1 上下水道セクターを担う主な組織とその役割

ブラジル国の上下水道セクターを運営する主体は①政策やガイドライン類の作成などセクター全体を統括する連邦政府、②州レベルの水・衛生関連プログラムの作成・実施等を行う州政府や上下水道サービスを提供する州公社、③上下水道サービスを市民に提供する市レベルの自治体（首都ブラジリアでは連邦直轄区政府）、④民間セクターの4つである。

表 3.3 に示すように、連邦政府内で上下水道セクターに係る政策や方針の策定や決定を担うのは地域開発省⁵（Ministério do Desenvolvimento Regional : MDR）の連邦衛生局（SNSA）である。

⁵ 2019年1月、都市省（Ministério das Cidades）と国家統合省（Ministérios da Integração Nacional）が統合され地域開発省となった

また、上下水道サービスの規制に係る基準類を作成するのは水・衛生室（ANA）である⁶。

一方、上下水道サービスのオーナーは各市であり、上下水道サービスを直営で行わない自治体は州公社や民間業者に委託することができる。2018年時点で、ブラジル国の自治体のうち72%が州公社への委託、25.7%が直営、5.2%が民間委託により上下水道サービスを行っている⁷。また、このうち州公社が実施している上下水道事業サービスの規制は州政府内の担当機関が行っている。

表3.3 ブラジル国の上下水道セクターにおける各組織の役割

組織	役割											
	政策やガイドライン類の作成			事業の計画と実施				上下水道サービスの実施			料金・補助	
	基礎衛生に係る国のガイドライン作成	基礎衛生に係る公共サービスを規制するための基準類の作成	環境保全に係る基準類の作成	国、州、市レベルそれぞれでの、衛生セクターに係る事業への支援	基礎衛生に係る事業への投資	各市の基礎衛生計画の作成	事業の実施	上下水道サービスのオーナー	上下水道サービスの実施	上下水道サービスの規制、監督	料金と補助に関する基本方針の作成	事業としての上下水道サービスと社会経済のバランスからみた料金水準の規制
連邦政府												
地域開発省 ^{*1}	連邦衛生局 ^{*1}	✓										
	水・衛生室 ^{*1}		✓									
	環境省 ^{*1}			✓								
	環境審議会 ^{*1}											
州政府												
州政府				✓							✓ ^{*3}	✓ ^{*3}
州上下水道公社					✓ ^{*2}		✓ ^{*2}		✓ ^{*2}			
州環境公社			✓							✓ ^{*4}		
市レベルの自治体					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ^{*5}	
民間セクター					✓ ^{*2}		✓ ^{*2}		✓ ^{*2}			

*1 : 地域開発省 (Ministry of Regional Development: MRD)、環境省 (Ministry of Environment: MOE)、連邦衛生局 (Secretaria Nacional de Saneamento: SNS)、水・衛生室 (Agencia Nacional de Aguas: ANA)、環境審議会 (Conselho Nacional do Meio Ambiente: CONAMA)、州上下水道公社 (Companhias Estaduais de Saneamento Básico: CESB)

*2 : 市の委託を受けた場合に実施

*3 : 州公社が上下水道サービスを実施している場合に実施

*4 : 環境に関する許認可や環境保全に係る事項を監督

*5 : 料金や補助に係る市の方針の作成

出典: Do SNIS ao SINISA, Informações para planejar o Saneamento, December 2019

3.2.2 州公社に委託された上下水道サービスの実施体制

本調査の対象地域である9市のように自治体が州公社に上下水道サービスを委託している場合、州内の管理当局が規制機関となって州公社のパフォーマンスの監視や料金改定の精査を行っている。サンパウロ州の場合、SABESPによる上下水道サービスの規制機関は州公共サービス規制機構 (Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo : ARSESP) である。

3.1.1(3)で述べたように、Novo Marcoによって州公社がこれまで自治体と結んできたプログラム契約は将来的にコンセッション契約への移行が求められている。コンセッション契約への移行後も、原則として各州政府内の規制機関が引き続き上下水道サービスの規制を継続する。

⁶ 連邦政府、地域開発省の組織図は添付資料 3.3 参照

⁷ PANORAMA da Participação Privada no Saneamento no Brasil 2020, ABCON (Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto) and SINDCON (Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto)より。複数の業者と契約を締結している自治体があるため合計は100%を越えている

3.3 SABESP の成り立ち及び機能

3.3.1 会社概要と歴史

(1) 概要

サンパウロ上下水道公社（Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S.A : SABESP）は、当時の連邦政府が 1968 年に作成した国家衛生計画（PLANASA）を遂行する機関として、1973 年の州法律 119 号（1973 年 6 月 29 日付）により設立された。主な業態は、州内各自治体との個別の契約に基づいて行う市民への上下水道サービスである。設立当時 SABESP は完全な公社であったが現在は半数近くの株式が市場で取引されている半民の公社⁸である。表 3.4 に SABESP の会社概要を示す。

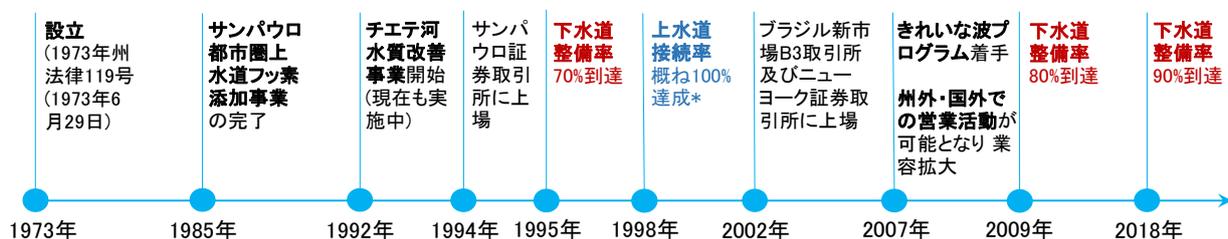
表3.4 SABESP の会社概要

項目	概要	項目	概要
名称	サンパウロ州基礎衛生公社(Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo)	本社所在地	Rua Costa Carvalho 300 Pinheiros Sao Paulo, SP 05429-900 Brazil
上場	サンパウロ新市場 B3 取引所、ニューヨーク証券取引所	設立年	1973 年
事業内容	上下水道サービス	会社ロゴ	
売上高	18,874.4 百万リアル（2020 年）		
株主	サンパウロ州政府(50.3%)、ブラジル新市場 B3 取引所上場（37.3%）、ニューヨーク株式市場上場（12.4%）（2020 年末）		
従業員数	1,453 人（2020 年末）	ホームページ	https://ri.sabesp.com.br/

出典：SABESP ウェブサイト、SABESP Sustainability Report 2020

(2) SABESP の歴史

SABESP は、1973 年の設立以降いくつかの大型プロジェクト等を通じてサービスエリア内の上下水道サービスを拡張・改善してきた（図 3.3）。サービスエリア内の水道サービス接続率は 1990 年代終盤に概ね 100%を達成、下水道整備は 90%を越えている。また、2007 年州補足法律 1,025 号（2007 年 12 月 7 日）により、州内のみならず州外や海外での事業にも業容を広げている。



*: SABESP は概ね 100%を整備率 98%以上かつ接続率 95%以上の状態と定義している

出典：SABESP ウェブサイト、SABESP Sustainability Report 2019, SABESP Sustainability Report 2009 をもとに調査団作成

図3.3 SABESP の歩み

⁸ SABESP のように官民両方の資本で成り立っている公社はブラジル国において”Sociedade de Economia Mista”と呼ばれている

(3) 事業内容

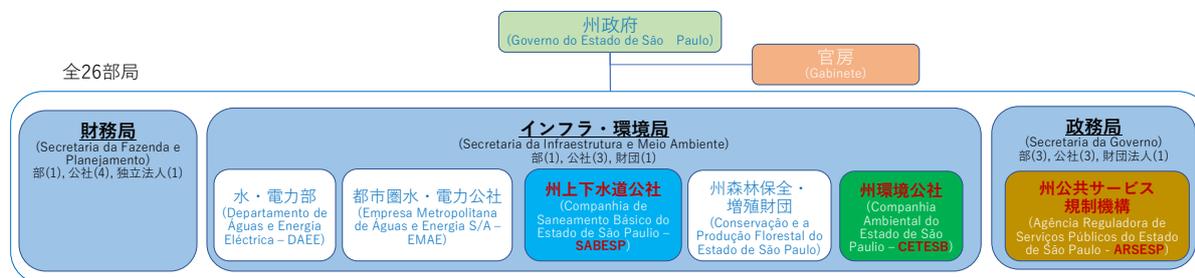
1973年の州法律119号及び2007年の補足法律1,025号において、SABESPの設立目的や事業の内容は以下のように規定されている。

- 市の自主性を尊重した上で、サンパウロ州全土における公共上下水道サービスの計画、実施、運営を目的とした、サンパウロ上下水道公社（SABESP）を名称とする株式会社の設立を、州政府に許可する。
- サンパウロ州において、適切かつ効率的な運営によるサービス提供を優先的に保証されているSABESPは、直接あるいは、子会社、系列会社または第三者を通じて、ブラジル国内及び国外において、コンセッション方式による公共上下水道サービスの開発を含め、SABESPの会社目的として定められている全ての活動を実施することができる。
- SABESPならびにその子会社が、活動の拡大、技術の集合、上下水道サービスを対象とする投資の増加等を目的として、ブラジル企業、外資系企業、州・市の上下水道公社等と共同事業体を編成することを許可し、必ずしもSABESPが当該共同事業体の幹事会社でなくとも良いものとする。

3.3.2 サンパウロ州政府におけるSABESPの位置付けと監督機関

図3.4にサンパウロ州政府の組織体制の概要を示す⁹。SABESPは州内の上下水道セクターを管轄するインフラ・環境局（Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente：SIM）の傘下にある。また、SABESPの上下水道サービスを含め、州内の公共サービスを規制する機関は政務局（Secretaria de Governo）に属する州公共サービス規制機構（ARSESP）である。SABESPの活動のうち環境保全に関わる側面は、SABESPと同じくインフラ・環境局に属する州環境公社（Companhia Ambiental do Estado de São Paulo：CETESB）¹⁰の監督・モニタリングを受け、施設運転に係るライセンスもCETESBより交付される。

財務局（Secretaria da Fazenda e Planejamento）は、SABESPの申請を受け、州政府の財務当局として本事業に対する政府保証の審査を行う。



出典：サンパウロ州政府ウェブサイト(<http://perfil.sp.gov.br/admD.asp>)より調査団作成

図3.4 サンパウロ州政府における、SABESP 及び上下水道事業の位置付けと運営に関わる機関

⁹ 州政府の全部局を示した組織図は添付資料 3.3 参照

¹⁰ CETESB は SABESP と異なり全資本が州政府に属する完全公営企業である。かつて、SABESP と CETESB はそれぞれ州衛生エネルギー局と州環境局の傘下にあったが、現在ではともにインフラ・環境局の傘下にある

3.3.3 SABESP の組織体制

(1) 経営体制

図 3.5 に SABESP の経営体制、表 3.5 に各経営主体の概要を示す。SABESP の最高意思決定機関は株主総会である。また、株主総会で選任された要員による取締役会の意思決定や指揮のもと、最高経営責任者（Chief Executive Officer：CEO）を含む執行役員会が中心となって業務を執行している。さらに、独立性の高い要員で構成される監査役会が会社の経営を監視する体制となっている。



出典：SABESP Sustainability Report 2020 を元に調査団作成
図3.5 SABESP の経営体制

SABESP の経営において、州政府は株式の過半数を保有する大株主として影響力を有している。取締役に州政府の現役職員はいないが、3名の内部取締役には州政府や他の公社で要職を務めた人物が選任されている。したがって経営に対する州政府の影響力は非常に大きい。6名の社外取締役は州政府と直接関係のない組織の出身者が占めており、客観的な企業経営を行うための体制は整っている。

表3.5 SABESP の各経営主体の組織概要

経営主体	組成
取締役会	<ul style="list-style-type: none"> 9名で構成され、そのうち6名が社外役員。株主総会で選任 任期は二年で続けての改選は二度まで（すなわち3期連続まで務めることが可能） 執行役員会の議長が取締役会の議長を兼ねることはできない
監査役会	<ul style="list-style-type: none"> 3名の社外役員で構成される。株主総会で選任 いったん任期を終えた後三年間は同職に戻ることはできない
執行役員会	<ul style="list-style-type: none"> 6名で構成。うち一人が最高経営責任者（CEO）。CEOを含め、取締役会で選任。 任期は二年で続けての改選は二度まで（すなわち3期連続まで務めることが可能）

出典：SABESP Sustainability Report 2020

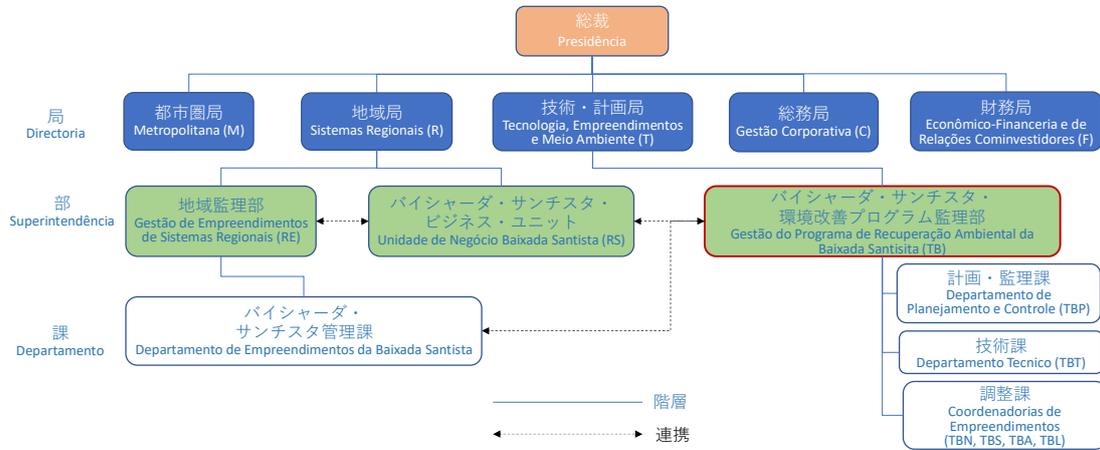
(2) 業務実施体制

図 3.6 に SABESP の業務実施体制概要図を示す¹¹。SABESP には総務局（C 総局）、財務局（F 総局）、技術・計画局（T 総局）、都市圏局（M 総局）、地域局（R 総局）がある。これらのうち上下水道サービスを直接的に運営しているのはサンパウロ都市圏を管轄する都市圏局（M 総局）と都市圏以外の地方を管轄する地域局（R 総局）である。地域局には各地域の上下水道事業を地方分散的に運営する 10 の ビジネスユニットがあり、その一つがバイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニット（RS）である。また、地域局には、ビジネスユニットとは別に、総局管轄エリアにおける予算や調達・契約を管理する地域監理部（RE）、各ビジネスユニットの事業運営や施設運転管理を監督する地域運転管理部（RO）がある。

一方、本事業を含めバイシャーダ・サンチスタ地域の環境改善に係るプログラムの実施・監理は技術・計画局（T 総局）内のバイシャーダ・サンチスタ環境改善プログラム監理部（TB）が担

¹¹ SABESP の組織全体図は添付資料 3.4 参照

っている。TB は、地域総局（R 総局）のバイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニット（RS）や地域監理部（RE）と連携して環境改善に係るプログラムを実施・監理する。



出典：SABESP 提供資料をもとに調査団作成

図3.6 SABESP の業務実施体制

3.3.4 SABESP の経営方針

表 3.6 に SABESP の経営方針を示す。SABESP は「水と衛生のサービスを提供し、生活の質と環境の改善に貢献する」ことを使命とし、自らがサービスを担う地域において全市民が上下水道サービスへのアクセスを得ること（Universalization）を目標としている。また、「顧客を第一とし、持続可能で、他のプロバイダーに比べても優れ、かつ先進的な方法による水・衛生サービスの世界的な道標となる」という高い理念を掲げているほか、表 3.6 に示すような倫理規範と基本方針を謳っている¹²。

表3.6 SABESP の経営方針

項目	内容
使命	<ul style="list-style-type: none"> 水と衛生のサービスを提供し、生活の質と環境の改善に貢献する (<i>To Respect for society and customers Respect for the environment Respect for people Integrity Competence Citizenship</i>)
理念	<ul style="list-style-type: none"> 顧客を第一とし、持続可能で他にも優れかつ先進的な方法による水・衛生サービスの世界的な道標となる (<i>To be a global benchmark in the provision of water and sanitation services in a sustainable, competitive and innovative manner, focused on customers</i>)
倫理規範	<ul style="list-style-type: none"> 社会と顧客の尊重、環境の尊重、人々の尊重、誠実さ、研鑽、市民であることの意識 (<i>Respect for society and customers, Respect for the environment, Respect for people, Integrity, Competence, Citizenship</i>)
基本方針	<ul style="list-style-type: none"> 水の安全性確保、高品質なサービスの提供、持続可能性の確保、ステークホルダー関与、エンゲージメント、従業員価値提案、革新と技術、水処理の普及 (<i>Water security, Service excellence, Sustainability, Stakeholder engagement, Employee value proposition, Innovation and technology, Expansion of water treatment</i>)

出典：SABESP Sustainability Report 2020

12 SABESP Sustainability Report 2020 より

3.4 上下水道セクターの財務概況

3.4.1 上下水道セクターにおける公的機関と SABESP の投資責任

SABESP は 1973 年州法律 119 号にもと、公共上下水道サービスの計画、実施、運営を行う株式会社として設立された。SABESP は州政府が最大株主となることが決められており、出資額の 50.3%を拠出している。その他の株式は上場されており、2020 年 12 月時点で 37.3%がサンパウロ株式市場、12.4%がニューヨーク株式市場で売買されている。

SABESP は、サンパウロ州 645 市のうち、367 市に対してコンセッション方式により上下水道サービスを行っている。コンセッション方式とは、民間企業が料金徴収の収入を活用し、既存施設の維持管理と更新、新規施設の投資を実施する方式である。SABESP が市とコンセッション方式による契約を結んだ場合、上下水道事業に関わる運営・維持管理の他、新規投資、更新投資は基本的に SABESP が実施する責任を有する。なお料金設定はフルコストリカバリーが基本であり、運営と投資事業に関する全ての費用を徴収する上下水道料金で賄う計画となっている。

3.4.2 対象地域の契約状況

3.1.1 (3)で述べたように、2020 年 7 月に施行された Novo Marco の規定では、下水道事業の規制厳格化が目的とされ、2021 年 3 月以降の水道事業のコンセッション契約は、プログラム契約による契約が禁止され、全てコンセッション契約による実施されることとなった。従い、今後のコンセッション方式の契約期間終了時には競争入札手続きが必要である。

競争入札手続き導入の影響を見通すため、表 3.7 に今後 40 年間の SABESP の将来の契約期限・更新件数、対象市を示す。今後 15 年間、2035 年までに契約期間の終了を迎える契約数（25 件）は少なく、全体 367 件の 7%である。収入額で見た場合、同期間の終了契約の収入額は全体の 4%とより小さい。従って、今後 15 年の間、Novo Marco の制定が SABESP の財務状況に与える影響は少ないと言える。なお契約の規模はサンパウロ市の比率が最も高く、収入額の 44%を占め、2039 年が契約終了時期となっている。バイシャーダ・サンチスタ地域の事業対象 9 市についてはいずれも契約期間が 30 年であり、総収入の約 9%を占めるサントス市が 2044 年、それ以外の 8 市は 2049 と 2050 年に契約期限を迎える予定である。

表3.7 将来想定される SABESP の契約終了・更新年

年	契約終了 件数	収入に 占める割合	主要な市 (総収入の多い10市)	事業対象地の9市
2020年に 期限切れ	8	0.26%	-	-
2021-2025年	3	0.21%	-	-
2026-30年	22	3.76%	Osasco (1.96%)	-
2031-35年	0	0.00%	-	-
2036-40年	216	57.44%	サンパウロ市 (43.86%), Sao jose dos Campos (1.72%)	-
2041-45年	59	13.95%	サントス市 (8.79%), Barueri (1.43%), Diadema (1.24%)	サントス市 (2045)
2046-50年	61	13.34%	Praia Grande (0.36%)	サン・ピセンテ市、フライア・グランデ市、 グアルジャ市(2048)、ヘルベ市、イタニ エン市、ベルチカ市、モンカリア市 (2049)、 カバトン市 (2050)
2051-55年	0	0.00%	-	-
2056-60年	6	11.04%	Sao Bernardo do Campo (3.56%), Guarulhos (3.28%), Santo Andre (1.98%)	-
合計	375	100.00		-

出典：SABESP 提供資料をもとに調査団作成

3.4.3 既存プログラム契約の概要

事業対象地域9市のコンセッション方式によるプログラム契約の概要を表3.8に示す。SABESPの締結している契約書データは、SABESPのホームページで閲覧可能となっている。

表3.8 プログラム契約の概要

項目	条件
契約期間	30年間（契約期間は、1回30年の延長が認められるとの記載あり）
目的	上水道事業、下水収集・処理の普及率100%の実現
目標指標	市衛生計画に準拠（水道普及率、下水道普及率、下水処理施設接続率、新規接続数、無収水率、漏水率）
料金改定	ARSESPが規制（サービス指標の評価も実施）
投資額	市衛生計画に準拠し、料金水準の計算に反映される。
料金改定方法	料金調整（毎年）、通常時料金改定（4年ごと）、非常時料金改定（必要時）
紛争解決方法	市とSABESPで解決のための協議を実施。解決しない場合、サンパウロ州財政裁判所（Fazenda Pública da Comarca da Capital do Estado de São Paulo）で協議される
罰則、報酬	契約違反について、州または市から1998年州法律10,177号に基づいて罰則が課せられる。毎年の料金調整手続きでは、品質指標（IGQ）を用い、サービス向上を動機づける仕組みが組み込まれている。
民間の負うリスク	需要リスク、事業運営リスク 緊急時に発生する費用（料金計算に含まれない費用）は、州または市が承認のうえ負担する

出典：SABESPと各市の契約書をもとに調査団が作成

3.4.4 州政府の財務状況

(1) 財政の枠組

1) 市、州、国の実施サービス

ブラジル国では連邦政府、州政府、市の3段階の行政組織により公共サービスが実施されており、その役割分担に応じた財政支出を行っている。各組織の実施分担を表3.9に示す。

表3.9 連邦政府、州政府、市の公共サービスにおける役割分担

分野	連邦政府の役割	州の役割	市の役割
社会 インフラ	州をまたぐ国営有料道路、鉄道、国際空港、電力（送発電）、その他大規模なインフラ施設の建設・運営	州をまたぐ高速道路・水道施設、地方空港、都市を結ぶ公共交通、公共住宅 出資者として SABESP 等州営企業の公共サービス規制	衛生サービス（水道、下水、廃棄物管理、排水）、公共照明、道路舗装、市高速道路、公地管理、公共交通を含むインフラ施設の建設・運営
医療	国全体の医療システムを管轄	病院運営（診断・治療を含む複雑な医療）	診療所（Health Post）の運営（基本的な医療）
教育	高等教育、技能教育、教育政策の立案、教育組織の規制	初等教育後半、中等教育	初等教育前半、デイケアセンター、幼児教育
治安維持・ 司法	国防・国家警察、刑務所、最高裁判所	軍警察、警察、消防、刑事執行、州裁判所	市警

出典：JICA 調査団

2) 州の財政管理

ブラジル国では 1997 年のアジア通貨危機、1998 年のロシア危機が発生した際、海外資本の逃避を避けるため、財政引き締めによる信用力強化の経済政策が採られた。

1997 年に連邦政府が州政府の債務（国内外債務、債券）を引受け、以後 30 年に渡り州政府から連邦政府に債務返済が課せられることとなった。連邦法 9,496/97 号13により、州政府は着実に返済を行うため財政調整計画（Programa de Reestruturação e Ajuste Fiscal : PAF）を策定することとなった。サンパウロ州 PAF は 2018 年度に第 10 回目の修正が行われ、一般支出（Current primary expenditure）の上限などが設定されている。

2020 年には財政責任法（LRF : Lei de Responsabilidade Fiscal）が制定され、州政府の予算や借入のルールが設定された。増加していた公務員人件費（国、州、市を含む）を総支出の 60%以下とする、借入上限を州の純収入（Receita Corrente Líquida）の 200%以下とする、などの制限が課されている。サンパウロ州もこれらの関連法律と PAF 修正計画に従っており、財務収支は均衡が保たれている。なお、2020 年は「COVID-19 に対する連邦プログラム14」が策定され、連邦政府への借入返済の延期、資金調達の再調整、補助金支給等といった一時的な救援措置も採られている。

3) 州政府の収入、資金調達

1) に示した公共サービスを提供するため、州政府は州消費税（Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços : ICMS）、自動車税（Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores : IPVA）、相続税（Imposto sobre transações causa mortis e doações : ITCMD）等の税収がある。これらの税金は

¹³ 2014 年補足法 148 号と 2016 年補足法 156 号で修正

¹⁴ 2020 年 5 月 27 日補正法 No. 173

国が徴収し、移転金として連邦政府から州や市へ配布される仕組みとなっている。移転金は用途が紐づけられており、主に教育や医療へ使われている。州の収入の約2割は市へ移転される移転金であり、州の実質的な収入は総収入の約8割である。

国や州の資金調達に関し、唯一連邦政府のみが債券（国債）を発行できることになっており、一般的に州は国からの借入により資金を調達する。州公社である SABESP は独自に企業債を発行し、公的金融機関からの融資を得ることが可能である。SABESP が円借款の供与を受ける場合、州政府が保証する必要があるが、SABESP の借入残高は州政府の債務としては計上されていない。

(2) サンパウロ州政府の財務状況、収入、支出と債務

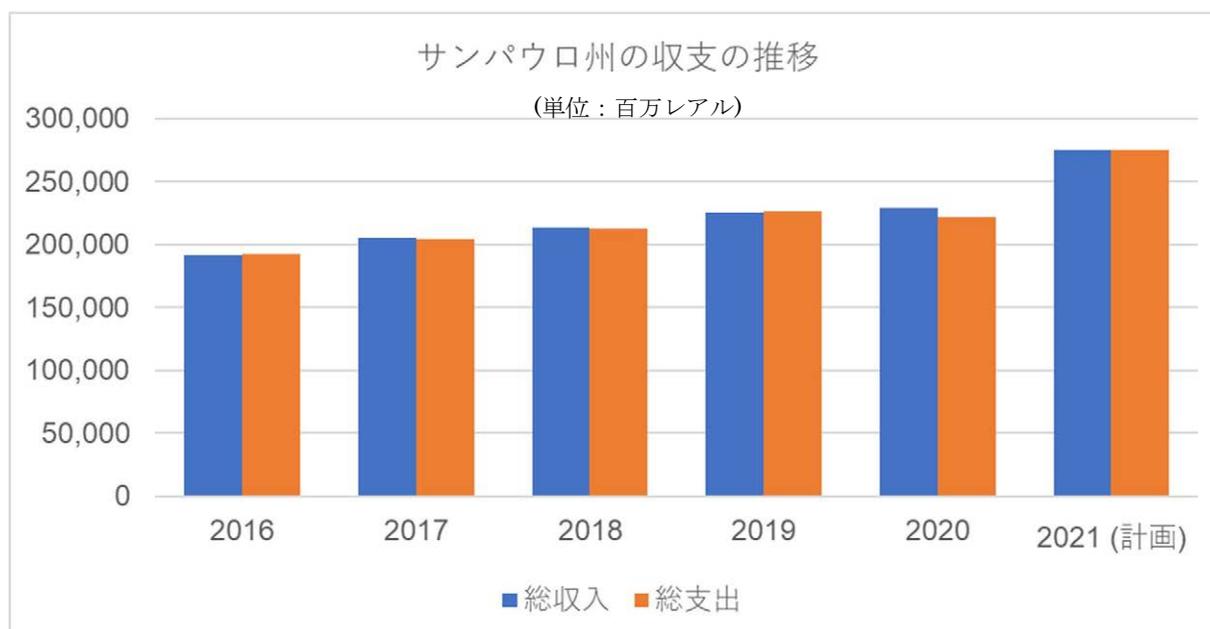
1) 州政府の財務状況

前述したサンパウロ州の収支を以下の表 3.10 と図 3.7 に示す。ブラジル国の会計年度は1月から12月である。過去5年間、州政府の収入と支出はどちらも漸増したが、各種法令に従い収支は均衡している。2020年は連邦政府から COVID-19 対策としての補助金もあり総収入は前年より1.7%増加したが、ロックダウンなどによる活動遅延等の影響を受け、総支出が1.9%減少した。このため収支バランスは77億レアルのプラスとなった。2021年の予算は収支ともに2,749億レアルと計画されているが、COVID-19の影響を受け変動する可能性がある。

表3.10 サンパウロ州政府の収支の推移

年	単位：百万レアル						
	2016	2017	2018	2019	2020	2021 (計画)	2020年の 割合
総収入	191,613	204,851	213,157	225,590	229,491	274,938	100.0%
1) 経常収入	184,208	197,405	207,405	219,652	226,608	265,519	96.1%
(i) 税収 (連邦政府より)	143,083	150,277	160,083	185,281	186,240	199,160	74.7%
(ii) 年金用収入	5,749	5,784	7,455	7,274	6,652	39,014	3.0%
(iii) 資本収入	6,150	8,252	5,799	6,331	3,011	5,738	3.2%
(iv) 補助金	18,099	19,622	21,841	12,606	22,801	12,311	9.4%
(v) その他	11,128	13,622	12,227	8,160	7,904	9,296	5.8%
2) 投資収入	7,404	7,446	5,752	5,938	2,883	9,419	3.9%
総支出	192,256	204,011	212,253	226,144	221,767	274,888	100.0%
1) 経常支出	175,529	186,061	194,504	208,154	206,691	250,146	91.3%
(i) 職員給与	82,662	85,945	88,600	91,531	96,542	126,166	43.0%
(ii) 分野別支出	47,606	47,508	49,216	54,518	55,917	-	24.8%
(iii) 市への移転金	38,884	40,729	43,071	46,013	46,400	-	20.2%
2) 投資支出	16,727	17,949	17,749	17,991	15,076	24,742	8.7%
(i) 投資額	15,261	16,766	12,889	13,644	15,847	10,943	7.9%
収支バランス	-643	840	904	-554	7,724	50	0

注：費目名は原文の単語を元に作成した。上表は主な収入の費目だけ抜き出しており、合計値と合致していない場合がある
出典：サンパウロ州財務局、2021年



出典：サンパウロ州財務局、2021年

図3.7 サンパウロ州政府の収支の推移

2) 州政府の収入

州政府の収入は税金などからなる「経常収入」(Current Income)と、施設建設の資金として使われる「投資収入」(Capital Income)で構成されている。表3.10に示したとおり2020年の総収入は2,295億リアルであり、2016年と比べると19.8%増加した。

「経常収入」の大部分は中央政府から配分される「i) 税金」であり、合計は1,862億リアルと総収入の81.2%を占める。主な税金は州消費税、自動車税であり、この2つで総収入の72.8%を占める。引退者・退役軍人への「ii) 年金収入」は390億リアルであり、総収入の2.9%を占める。インフラ事業への出資に関する「iii) 資本収入」はCOVID-19の影響も受け、例年より低く30億リアル(総収入の1.3%)であった。SABESPの配当の他、道路などのコンセッションの収入もこの費目に含まれている。連邦政府からの「iv) 補助金」は228億リアル(総収入の9.9%)あり、COVID-19対策の補助金(76億リアル)も含まれている。

「投資収入」は公共事業のための政府からの借入を示しており、全体の1-4%程度を占めている。2020年度は特に金額が29億リアルと少なかった。

3) 州政府の支出

州の支出は、「経常支出」と「投資支出」で構成される。表3.10に示したとおり2016年から2020年のあいだに総支出額は1,923億リアルから2,218億リアルまで15.3%増加した。2020年の総支出額は2019年より減少しており、COVID-19による各種事業の遅延・未実施等が影響していると考えられる。

2020年度の「経常支出」の43.5%は「i) 職員給与」であり、勤務者、引退者への支払いを含め合計965億リアルに上る。続いて公共サービスの「ii) 分野別支出」に559億リアル(25.2%)が支出されており、中でも医療、教育の費用が比較的高い。COVID-19の影響で医療費が2019年から2020年で30億リアル増加したが、一方で教育費は10億リアル減少している。また、州から

「(iii) 市への移転金」が464億リアル（20.9%）計上されている。

「投資支出」は各種の施設建設・設備調達費用の他、連邦政府への債務返済額も含む。2020年度は計151億リアル（全体の7.9%）で前年度から29億リアル減少しているが、一部連邦政府への返済が猶予された影響がある。

4) サンパウロ州の財務状況と債務

過去5年間のサンパウロ州の債務残高、返済金額、借入上限値を表3.11に示す。債務上限は毎年の総収入から市への交付金を除いた、純粋な州の収入額の200%とされており、2020年時点の債務上限は3,302億リアルであった。年内の債務残高は上限の99.5%まで達したが、同時に535億リアルの返済も行っており、期末の債務残高は2,749億リアル、上限の83.2%となった。2016年から2020年において、期末の債務残高は上限値の79%から83%で維持されている。

SABESPを含む州営企業の債務はオフバランス¹⁵であり、州政府の債務に計上されていない。しかしながら、州が債務保証を行っており、返済不履行の場合は市が債務を肩代わりするため、資金協力にあたっては担当部と事前に協議する必要がある。なお、本事業の積算工事費は約11.6億リアルであり、2020年の州の債務上限（3,302億リアル）の0.35%、年間返済額（535億リアル）の2.17%であり、州政府の規模と比較すると影響は大きくない。

表3.11 サンパウロ州政府の債務残高と借入上限(単位:百万リアル)

債務関連の費目	2016	2017	2018	2019	2020
期末債務残高: A	246,400	259,106	279,672	266,730	274,907
期内最大残高: B(A-C)	277,900	294,768	311,794	312,715	328,440
返済額: C	-31,500	-35,662	-32,122	-45,985	-53,532
債務上限	313,153	303,125	318,421	320,719	330,235
-期末債務残高/債務上限 (A/C)	78.7%	85.5%	87.8%	83.2%	83.2%
-期内最大残高/債務上限 (B/C)	88.7%	97.2%	97.9%	97.5%	99.5%

出典: サンパウロ州財務局、2021年

¹⁵公営企業やPPP事業の支払義務や債務が政府の貸借対照表に計上されないこと

3.5 SABESP の財務状況

3.5.1 SABESP の財務的健全性

(1) SABESP の財務状況

表 3.12、表 3.13 に 2016 年から 2020 年の SABESP の損益計算書・貸借対照表の概要、および収益性と財務安定性を示す指標を整理した。財務諸表のより詳細なデータは、添付資料 3.2 を参照のこと。

損益計算書によると、SABESP は 2016～2019 年にかけて 25 億から 33 億レアルの安定した当期純利益を計上していた。同時期の営業利益率は 36%から 44%で推移しており、高い収益性が確保されてきたが、2020 年は COVID-19 の影響で上下水道事業の収入が減少した。また、経済悪化懸念によりレアル安となったため、外貨建て借入を保有する SABESP は為替損が生じた。このため、純営業収益が前年比 1.0%のマイナスとなり、当期純利益は 9.8 億レアルまで減少した。

本業務の調査段階でもブラジル国内で COVID-19 の発症者が増加しており、その影響は無視できないが、2020 年においても当期純利益はプラスが確保でき、料金水準も制度的にフルコストリカバリーを確保できる状況である。従い、SABESP の財務収益性に大きな懸念は生じていないと考えられる。

2016 年から 2020 年までの過去 5 年間の貸借対照表を見ると、総資産額は投資拡大の影響で、367 億レアルから 504 億レアルに増加している。同時期に、固定負債は 170 億レアルから 217 億レアルに増加した。自己資本比率、流動比率を見ると、それぞれ 42%から 47%、76%から 109%で推移しており、財務安定性についても大きな懸念事項は見当たらない。

表3.12 SABESP の損益計算書(単位:100 万レアル)

損益計算書	2016	2017	2018	2019	2020
純営業収益	14,098	14,608	16,085	17,984	17,798
営業費用	-9,013	-8,779	-9,086	-10,138	-11,180
営業利益	5,085	5,829	6,999	7,846	6,618
経常利益	3,430	3,962	5,177	5,712	4,493
税引き前利益	4,129	3,504	3,913	4,678	1,328
当期純利益	2,947	2,519	2,835	3,368	975
営業利益率	36%	40%	44%	44%	37%
経常利益率	24%	27%	32%	32%	25%

出典: SABESP

表3.13 SABESP の貸借対照表(単位:100 万レアル)

貸借対照表	2016	2017	2018	2019	2020
資産	36,745	39,546	43,565	46,458	50,419
流動資産	3,824	4,574	5,602	4,896	6,441
固定資産	32,921	34,972	37,963	41,562	43,978
負債・純資産	36,745	39,546	43,565	46,458	50,419
流動負債	4,303	4,772	5,398	6,453	5,900
固定負債	17,023	17,261	18,615	18,369	21,725
自己資本比率	42%	44%	45%	47%	45%
流動比率	89%	96%	104%	76%	109%

出典: SABESP

(2) 借入状況

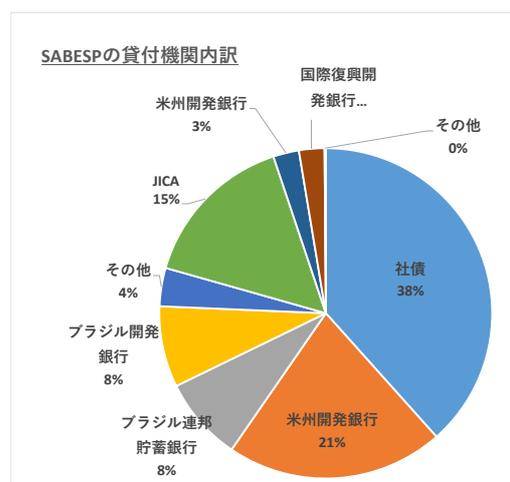
SABESP の 2020 年末時点の借入金は合計 173 億レアルとなっている。表 3.14 及び図 3.8 にその構成を示すが、そのうち 79%がレアル建てであり、残りの 21%が外貨建てである。レアル建ての中で社債の割合が 38%（6 億レアル）と高く、それ以外の貸主は米州開発銀行（IBD）、ブラジル連邦銀行、ブラジル開発銀行等である。また外貨建て債務のうち、JICA 融資が合計借入額の 15%（27 億レアル）を占めており、残りの 6%が米ドル建てである。

表3.14 SABESP の借入状況

貸主 (通貨、金利)	金額 (百万レアル)	割合 (%)
レアル建 (2020)	13,711	79%
社債	6,631	38%
米州開発銀行(CDI ¹⁶ +0.86-2.70%/年) ¹⁷	3,649	21%
ブラジル連邦貯蓄銀行(5.0-9.5%/年)	1,415	8%
ブラジル開発銀行 (TJLP ¹⁸ +1.66-1.92%/年)	1,367	8%
その他	649	4%
外貨建 (2020)	3,548	21%
JICA (日本円, 0.01-2.5%/年)	2,668	15%
米州開発銀行(米ドル, 1.12%, 3.31%, 2.08-2.38%/年)	433	3%
国際復興開発銀行(IBRD) (米ドル, 2.85%/年)	426	2%
その他	22	0%
合計	17,259	100%

出典: SABESP 財務報告書 2020

(単位: 百万レアル)



出典: SABESP 財務報告書 2020

図3.8 SABESP の貸付機関内訳

表3.15 SABESP の将来の予定返済額

年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027 -44	合計
現地通貨 (百万レアル)	2,675	1,172	1,252	1,482	1,036	920	5,174	13,711
外貨 (百万レアル)	360	338	337	298	300	248	1,668	3,548
合計	3,034	1,510	1,589	1,780	1,336	1,168	6,842	17,259

出典: SABESP 財務報告書 2020



出典: SABESP 財務報告書 2020

図3.9 SABESP の将来の返済額

表 3.15 及び図 3.9 に将来の返済計画を示す。2021 年は社債の返済がある影響で、合計返済額が 30 億レアルと比較的大きい。2021 年から 2026 年の年間返済額は、平均すると 17.4 億レアルであり、全体借入金額の約 8.5%となっている。総収入額と比べると、約 9.8%である。

¹⁶ 銀行間金利 (An interbank deposit certificate)

¹⁷ 融資額 3,649 百万レアルのうち、公的部門向けが 2,706 百万レアル、残り 943 百万レアルが民間部門向け (IDB Invest)

¹⁸ 長期金利指標 (Long-term interest rate index)

前述のとおり、SABESP はサンパウロ株式市場とニューヨーク株式市場に上場しているほか、社債を発行している。これら資金調達の際の根拠として、格付会社により格付けが実施されている。表 3.16 に 2021 年 5 月時点の格付けを示す。

SABESP の財務収益性、安定性が評価され、国内では高い格付けを有している。国際規格ではブラジル国自体の信用力も加味されるため、投機的な要素があると評価されている。

表3.16 SABESP の格付け状況

格付け会社	フィッチレーティングス	ムーデイズ南アメリカ	スタンダード & プアーズ
国内基準	AAA(br a)	Aa2	brAAA
国際基準	BB+	Ba2	BB-

出典：SABESP 財務報告書 2020

3.5.2 SABESP の収入及び経費の推移

(1) 収入額の推移と内訳

表 3.17 と図 3.10 に過去 5 年間の SABESP の収入額を示す。SABESP の収入は、「上下水道業務の収入」と、「建設収入」に分けられる。上下水道事業の収入は、上下水道料金と建設収入の収入から成る¹⁹。建設収入は総収入の 20~25%程度を占めているが、会計上作られた費目であり、SABESP が第三者へ建設業務を委託した際、そこに監理費として 2.3%を上乗せした金額が収入として計上されている。委託金額は営業支出に計上されるため、実質的には差分の 2.3%のみが SABESP の利益となっている²⁰。

総収入額は、2016 年から 2019 年にかけて請求水量増加と料金単価値上げの影響により漸増してきたが、2020 年は 2019 年と比べて総収入が 1.1%（約 2.1 億レアル）減少した。上下水道業務の収入のみで見ると、2020 年は前年比で 9.8 億レアル減少している。減収の主な理由は COVID-19 であり、SABESP の財務報告書 2020 によると、i)ロックダウン等で商工業利用が減ったことによる減収が 8.1 億レアル、ii) 家庭利用者のうち社会・スラムカテゴリー住民の上下水道料金免除による減収が 0.4 億レアルと計算されている。料金免除は半年近い 2020 年 4 月 1 日から 9 月 15 日の期間に、約 250 万人の収入が低い家庭利用者に実施された施策である。

¹⁹損益計算書の営業収入は、合計収入から Sales Tax と ARSESP への監査費用を除いた数値

²⁰例えば 10 億レアルの外部委託がある場合、10 億レアルが営業費用に計上され、収入に 10 億レアル+管理費 2.3%分が計上される。収支が相殺され、利益としては監理費である委託費の 2.3%分となる

表3.17 SABESP の収入額の過去推移
(単位:百万リアル)

年	2016	2017	2018	2019	2020
上下水道業務	11,122	12,224	14,254	16,134	15,158
-都市部	7,750	8,637	10,296	11,850	10,722
-地方部	3,372	3,587	3,958	4,384	4,435
建設収入	3,733	3,151	2,803	2,947	3,717
合計	14,855	15,375	17,056	19,081	18,874

出典: SABESP 財務報告書 2020



出典: SABESP 財務報告書 2020

図3.10 SABESP の収入額の過去推移
(単位:100 万リアル)

表 3.18 に 2020 年の上水道料金と下水道料金の請求水量の内訳を示す。2020 年における上水道の請求水量は合計 21.6 億 m^3 であり、下水道の請求水量は 18.4 億 m^3 である。上水道と下水道の料金は同じ水量の値を用いるため、請求水量の差異は上水道と下水道の普及率の違いから生じている。合計請求水量のうち、家庭利用者が大部分の 82%程度を占めている。商業、工業、公共機関の占める割合は合計で 11%程度であり、その他に大口利用者 2%、その他地域 (Santo Andre、Maua、スラム地域) 5%で構成される。

表3.18 SABESP の上水道・下水道料金の請求水量(単位:百万 m^3)

利用者 カテゴリー	上水道の 請求水量	下水道の 請求 水量	合計 請求 水量	割合
家庭	1,754.3	1,518.9	3,273.2	81.8%
商業	159.1	151.2	310.3	7.8%
工業	30.7	35.1	65.8	1.6%
公的機関	35.8	31.5	67.3	1.7%
小計	1,979.9	1,736.7	3,716.6	92.9%
大口	50.1	14.5	64.6	1.6%
その他地域	129.2	88.7	217.9	5.4%
合計	2,159.2	1,839.9	3,999.1	100.0%

出典: SABESP 財務報告書 2020

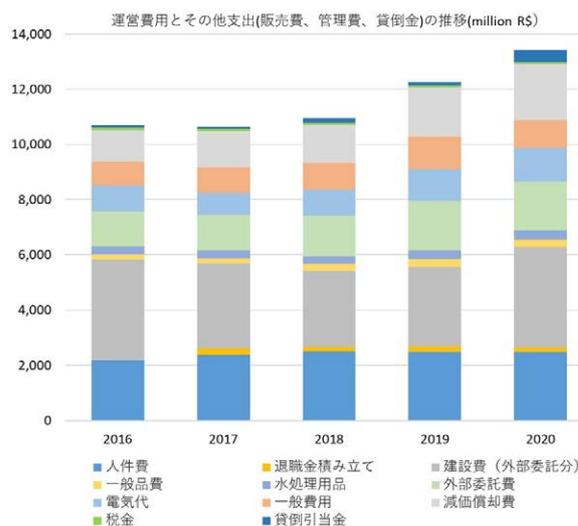
(2) 支出額の推移と内訳

SABESP の支出額の傾向を分析するため、損益計算書の費目より、運営費用およびその他支出 (販売費、管理費、貸倒金) の過去 5 年間の推移を表 3.19 と図 3.11 に示す。これら費用の合計は毎年物価上昇や事業拡大の影響で漸増しており、2016 年と 2020 年を比較すると、5 年間で 106.8 億リアルから 134.3 億リアルに約 26%増加している。費目別に見ると、人件費は増加が少なく、外部委託費と減価償却費の増加が大きい。建設費については、同程度の金額が建設収入として計上されているため、費用と収入が相殺されるため、その多寡は財務状況へ影響しない。

表3.19 SABESP の運営費用とその他支出の
過去推移(単位:百万リアル)

年	2016	2017	2018	2019	2020
人件費	2,184	2,377	2,503	2,488	2,488
退職金積み立て	-13	228	170	195	159
建設費(外部委託分)	3,651	3,081	2,740	2,881	3,630
一般品費	179	174	249	273	264
水処理用品	279	288	265	310	339
外部委託費	1,279	1,299	1,475	1,808	1,772
電気代	935	796	959	1,143	1,217
一般費用	855	928	964	1,178	998
減価償却費	1,147	1,302	1,393	1,780	2,037
税金	91	92	59	73	78
貸倒引当金	91	82	167	128	445
合計	10,678	10,647	10,944	12,257	13,427
増加率	-	-0.3%	2.8%	12.0%	9.5%

出典: SABESP 財務報告書 2020



出典: SABESP 財務報告書 2020

図3.11 SABESP の運営費用とその他支出の
過去推移(単位:100 万リアル)

3.5.3 今後の財務状況の見通し

(1) 今後の投資額

SABESP は上場企業であるため、将来の財務予測の入手はできなかった。従い、開示資料の SABESP 財務報告書より 2021 年から 2025 年の投資金額を表 3.20 に示す。表から分かるように、合計投資費額は今後 2025 年まで 41~43 億リアルとほぼ横ばいの予定で、2015 年から 2020 年の年平均投資額 43.9 億リアル²¹と同等である。すなわち、今後の 5 年間も過去の同期間と同等の投資額が維持される見込みである。

また、5 年間の投資予測金額の分野別内訳を見ると、上水道が 38.9%、下水道管路が 48.0%、下水処理施設が 13.1%と計画されており、上水道よりも下水道により多く投資する計画となっている。

表3.20 SABESP の今後の投資額

年	2021	2022	2023	2024	2025	平均	割合
上水道	1,753	1,555	1,516	1,694	1,648	1,633	38.9%
汚水収集	1,831	2,084	2,197	2,079	1,874	2,013	48.0%
下水処理	587	561	472	405	712	547	13.1%
合計投資額	4,171	4,200	4,185	4,178	4,234	4,194	100.0%

出典: SABESP 財務報告書 2020

²¹ 毎年の投資額は固定資産増加分と減価償却費から調査団が推計した

(2) 将来の収支予測

過去の財務データから調査団が行った SABESP の 2035 年までの収支予測を表 3.21 に示す。過去 5 年間の純営業収益・営業費用の平均増加率（それぞれ年 6.1%、5.7%）が今後も継続すると仮定して予測した結果、営業利益は 2035 年に 176 億リアルに達し、安定した財務状況が保たれる見通しとなる。

表3.21 2035年までの SABESP の収支予測(単位:100万リアル)

年	増加率	2020	2025	2030	2035
純営業収益	6.10%	17,798	23,930	32,175	43,262
営業費用	5.70%	11,180	14,751	19,462	25,678
営業利益	-	6,618	9,179	12,713	17,583

出典：2020年以前は過去の SABESP 財務報告書(SABESP Financial Statements)、2021年以降は過去の実績に基づき調査団が試算

なお、SABESP の財務収益性と料金水準は監督機関である ARSESP により規制されており、4年ごとに実施される通常時料金改定の手続きで料金水準や将来の投資計画が調整される（3.6.3節で後述）。この調整手続きにおいて、企業の利益が高すぎると ARSESP が判断した場合、料金値下げや投資拡大により住民側へ利益を戻す施策が採られる。逆に COVID-19 の影響が長引くなど以前の調整時よりも実際の収入が減少した場合、料金値上げや投資縮小が認められ SABESP の将来の収益は改善する。従い、過去のトレンドによる簡易的なモデルでは上表のように SABESP の利益は大きく増加するが、現実的には中期的に SABESP の収益性は著しく過大にも過少ともならず、一定レベルが安定的に確保できる可能性が高い。

3.5.4 SABESP の財務に係るリスク

SABESP の財務状況に影響を与える、主要なリスクを以下に説明する。

(1) 規制リスク

ブラジル国内では上下水道分野の規制・制度の改正が進んでおり、SABESP の財務収益性に影響を与える可能性がある。

前述のとおり、2020年に Novo Marco が発行され、ANA が上下水道分野の監督機関として設立された。ANA は Novo Marco が示した目標（下水道の場合、2033年までに下水処理場接続率 90%以上）の目標達成に向け、全国の上下水道事業の進捗モニタリングを実施する。表 4.1 で示したとおり SABESP のサービスエリアでは 2020年時点で下水道整備率が 92%（接続率は 76%）であり、2033年までに接続率 90%を達成するのが困難な地域に住む人口は少ない。そのため、Novo Marco の掲げた目標による事業計画への影響は限定的である。

また Novo Marco では、現在締結されているプログラム契約の終了時期を迎えた場合、契約を延長せず終了し、新たにコンセッション契約の締結をすることが義務付けられた。プログラム契約は、競争入札を経ずに契約延長が可能だが、コンセッション契約では競争入札の実施が義務付けられている。従い、SABESP にとっては競合企業に事業を奪われる可能性があり、収益性悪化につながる恐れがある。SABESP 担当者のお話では、サンパウロ市など大都市との契約満了は当面約

15年間ないことから今後大きく収益性が悪化する可能性は低いとのことであった。ただし、今後の状況については注意深くモニタリングする必要がある。

(2) 為替変動リスク

3.5.1 で記載のとおり、借入金 173 億レアルのうち 79%がレアル建て、15%円建て、6%が米ドル建てである。COVID-19 の拡大や、それに伴う経済状況悪化により、ブラジルレアルの価値が大きく下がった場合、SABESP の借入返済負担が増し、収益性が悪化する可能性がある。これまでも、ブラジルレアルが下落した年は、借入額が増え、為替差損が発生している。

(3) COVID-19 拡大のリスク

SABESP は COVID-19 対策として、いくつかのプログラムを実施している。まず家庭利用者（社会、脆弱）に対する料金免除（2020 年 5～9 月）、上下水道料金の据え置き（2020 年 5～8 月）、衛生的な施設の建設（工事費大）などである。これらの施策は収入減と工事費増加に帰結する。また、テレワーク推進により、水消費の場所が職場（商業・工業）から、料金単価の低い家庭に移行する傾向があり、収入減の影響が出ると考えられる。

3.6 対象地域の上下水道料金

3.6.1 上下水道事業の料金体系

(1) 料金体系の概要

SABESP の料金体系は、1996 年州法律 41,446 号に従って規定されている。料金単価は上水道料金、下水道料金に分けて設定されており、利用者からは一緒に徴収されている。下水道の水量は、1996 年州法律 41,446 号の第 5 項に従い、上水道で利用した水量と同一で計算される。SABESP の事業地では、地域ごとに料金水準が異なっており、都市部で 2 式、地方部で 6 式の合計 8 つの料金表がある。本事業の対象であるバイシャーダ・サンチスタ地域は隣り合う北リトラル（Litoral Norte）地域とともに地方部の 1 地域として料金が設定されている。

(2) カテゴリー分けの詳細と社会配慮

利用者カテゴリーは、家庭（一般、低所得）、商業（通常、社会サービス）、工業、公共（契約あり/なし）に分類されており、家庭よりも商業、工業、公共の料金水準が高く設定されている。どのカテゴリーも月 10 m³までは固定費が設定されており、月 10 m³以上は利用水量に比例するブロック逦増制となっている。

商業、工業の分類は、ブラジル地理統計院（Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística : IBGE）により定義されている。商業利用者は通常と公共サービスのカテゴリーに分かれ、公共サービスと認定された場合、上下水道料金単価が低くなる。例として、児童養護施設、障害者施設等に適用され、利用者は申請のために証明書や書類を提出する必要がある。公的機関は、公的サービスを提供する、組織、企業、市などが含まれる。公的機関のうち、経営破たん状態でかつ SABESP

と最適水利用の契約を有する組織は低い料金が設定されている。

家庭利用者向けの料金では、通常家庭の他に社会（Social）と脆弱（Vulnerable）カテゴリーが設定されている。Communiqué No. 1/2021 の規定に従い、以下3つのうち1つでも当てはまれば、社会カテゴリーとされ、安い料金単価が適用される。

- a. 家庭の所得額が最低賃金の3倍以下、60 m²以内の世帯居住、月当たり電気利用量 170kWh 以下の家庭
- b. 失業者で最終の給与額が最低賃金の3倍以下、使用水量が月 15 m³以下、接続後 90 日以上、SABESP への未払金なしの家庭（最長で 12 ヶ月適用）
- c. スラム地区の発展により生じたアパート等、共同住宅居住者

また、2021年9月30日以降、政府の貧困対策として、Cad Único²² に登録された家庭の、1人当たり月間収入が第1カテゴリー（現在はレアル 89.00）以下の場合、脆弱カテゴリーと認定され、低い上下水道料金が適用される。

(3) 事業地の上下水道料金水準

表 3.22 に Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento²³ (SNIS) (2020) から得られた、2019年時点の調査対象地域の市の平均料金を示す。事業対象地域の市では、利用者の水道メーター設置が完了しており、従量制で料金徴収が実施されている。平均料金は上水道で 3.23～4.80 レアル/m³、下水道で 3.23～4.17 レアル/m³となっており、フルコストリカバリーが達成できる水準である。9市の料金水準は同一であるため、平均料金の差異は利用者のカテゴリー構成や使用水量により生じて

表3.22 対象地域の平均上下水道料金、メーター設置率、未収日数

市	平均上水道料金 (レアル/m ³)	平均下水道料金 (レアル/m ³)	メーター設置率 (%)	過去5年の料金徴収率 (%)	未収日数 (日)
ベルチオガ	3.58	3.61	100.00%	97.06%	25.16
クバトン	4.80	3.63	99.99%	86.06%	106.65
グアルジャ	3.97	3.68	100.00%	97.94%	53.19
イタヤエン	3.41	3.60	100.00%	95.48%	53.70
モンガグア	3.41	3.23	99.99%	95.17%	185.03
ペルイバ	3.44	3.44	100.00%	96.11%	46.95
プライア・グランデ	3.23	3.29	100.00%	96.90%	61.70
サントス	4.01	4.17	99.99%	97.89%	33.47
サン・ピセンテ	3.58	3.58	100.00%	95.83%	93.49

出典: SNIS (2020)

いる。過去5年間の料金徴収率は約86%のクバトンを除き、95%以上と高い水準が保たれている。表の右欄にある未収日数の数値は、請求金額に対する未収金の割合に対し、360日をかけて算出している指標である。料金徴収システムの遅れ、および支払いの遅れが含まれ、モンガグア市が185日と長く、それに対し最も短いベルチオガ市は25日である。

表 3.23 及び表 3.24 に、事業対象地であるバイシャーダ・サンチスタ地域の上下水道料金を示す。この地域では、上水道と下水道の料金が等しい価格となっている。

²² 政府、州、市が使う、貧困対策・収入均衡のためのシステム

²³ ブラジル国連邦政府衛生情報システムのこと。ブラジル国全域を管轄としている。

表3.23 バイシャーダ・サンチスタ地域の水道料金表(2021年5月時点)

カテゴリー	0-10 m ³	11-20 m ³	21-30 m ³	30-50 m ³	50 m ³ 超
	レアル/月	レアル/m ³	レアル/m ³	レアル/m ³	レアル/m ³
家庭 (社会)	9.05	1.41	2.62	3.73	5.07
家庭 (脆弱)	6.90	0.78	2.61	7.88	8.71
家庭 (通常)	29.00	4.04	5.34	5.34	7.25
商業 (公共サービス)	29.11	4.04	5.34	5.34	7.25
商業 (通常)	58.24	7.58	16.57	16.57	17.89
工業	58.24	7.58	16.57	16.57	17.89
公共 (契約なし)	58.24	7.58	16.57	16.57	17.89
公共関 (契約あり)	43.64	5.68	12.44	12.44	17.89

出典: SABESP

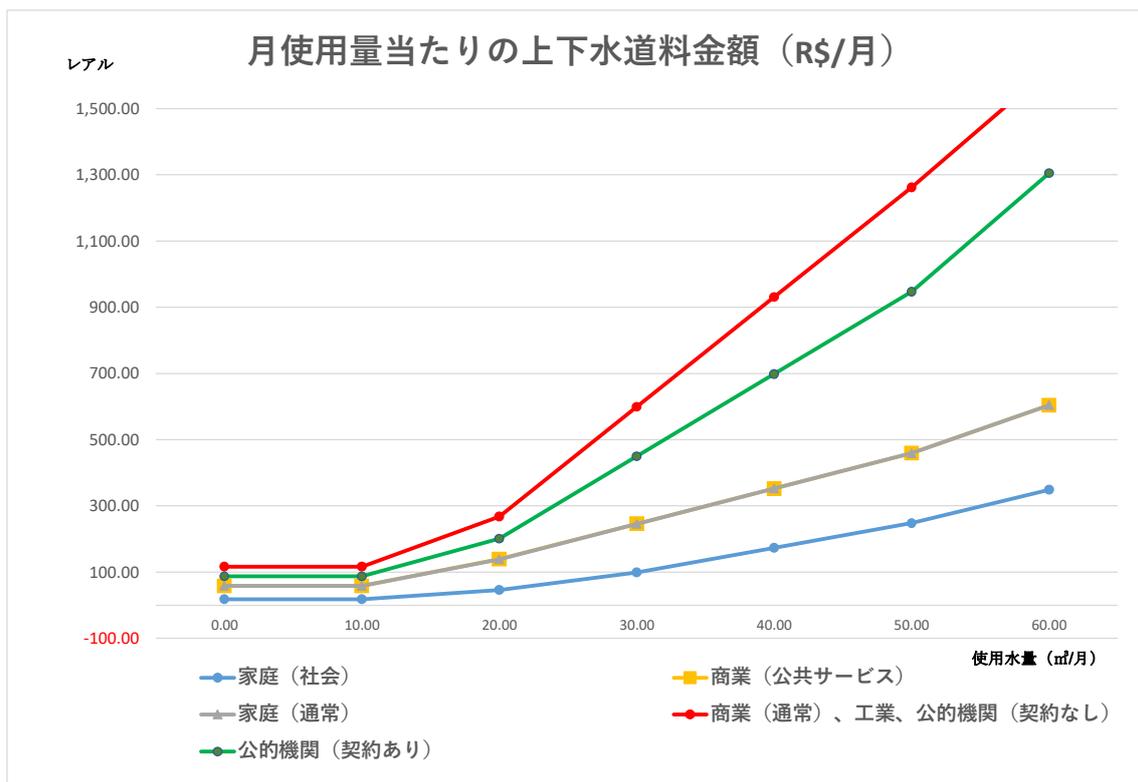
表3.24 バイシャーダ・サンチスタ地域の下水道料金表(2021年5月時点)

カテゴリー	0-10 m ³	11-20 m ³	21-30 m ³	30-50 m ³	50 m ³ 超
	レアル/月	レアル/m ³	レアル/m ³	レアル/m ³	レアル/m ³
家庭 (社会)	9.05	1.41	2.62	3.73	5.07
家庭 (脆弱)	6.90	0.78	2.61	7.88	8.71
家庭 (通常)	29.00	4.04	5.34	5.34	7.25
商業 (公共サービス)	29.11	4.04	5.34	5.34	7.25
商業 (通常)	58.24	7.58	16.57	16.57	17.89
工業	58.24	7.58	16.57	16.57	17.89
公共 (契約なし)	58.24	7.58	16.57	16.57	17.89
公共 (契約あり)	43.64	5.68	12.44	12.44	17.89

出典: SABESP

図 3.12 にカテゴリー別の合計月当たり上下水道料金を示す。月当たり 10~20 m³といった消費の場合低い金額となるが、消費が増えるにつれ、逡増性の影響を受け金額が上昇する。工業、商業、公的機関の利用者は料金水準が高く、商業 (公共サービス) や家庭使用者の料金水準は比較的安く設定されている。

平均的な家庭利用者の使用量は、3名世帯が1人当たり150リットル/日を消費した場合、月当たり13.5 m³となる。この使用水量の場合、家庭 (通常) カテゴリーの上下水道料金は86.28レアル/月、家庭 (社会) カテゴリーは27.98レアル/月、家庭 (脆弱) カテゴリーは19.26レアル/月となる。2.1.3節に記載のとおり、サンパウロ州の2020年の一人当たり平均月収額は3,090レアルであり、各カテゴリーの上下水道料金は平均月収の0.93% (通常)、0.30% (社会)、0.21% (脆弱) に相当する。



出典: SABESP 料金表データをもとに調査団が作成

図3.12 カテゴリー毎の月使用量当り上下水道料金

上の料金に加え、上下水道事業に関わる個別の作業に対し、表 3.25 に示す追加的な費用が請求される。作業単価や作業期間は、2018 年 ARSESP Resolution 796 号に規定されている。上水道接続、下水道接続の単価は、カテゴリーと口径別に単価が決められており、収入の低い家庭は接続料が無料に設定されている。

表3.25 上下水道事業の個別作業料金(2021年5月時点)

分野	主要な追加作業と単価
上水道	<ul style="list-style-type: none"> 上水道接続 0~203 レアル (カテゴリー・口径別) メーター設置 75~76 レアル メーターのカリブレーション 8~149 レアル (カテゴリー・口径別) 水道接続の交換 107/211 レアル (舗装有無)
下水道	<ul style="list-style-type: none"> 下水道接続 0~248 レアル (カテゴリー・口径毎) 下水の詰まり解消 42 レアル 下水道接続の交換 148/248 レアル (舗装有無)
証明書発行	<ul style="list-style-type: none"> 不動産事業のガイドラインレター作成 545/971 レアル (上水または下水/上下水) 衛生的下水道の証明書発行 583 レアル

出典: SABESP

上記の他に、バイシャーダ・サンチスタ地域では規制・管理・検査費用 (Trcf) として、0.50% が課せられ、料金の規制機関である ARSESP の収入となっている。

3.6.2 料金徴収方法

上下水道料金は使用水量に従い毎月計算され、請求書が利用者に送付される。近年、SABESPはE-mailでの使用水量通知サービスも行っている。また、ホームページの「Agência Virtual Sabesp」というシステムにより、情報表示、未払金確認、追加業務要請の他、水不足や下水詰まり、漏水、水質悪化等の緊急事態の通報を実施することができる。

請求書には使用量、支払期限が記載される。使用量はメーターを読んで計算されるが、メーターの読み込みが実施できない場合、過去の使用水量(12ヶ月平均)から推定された量が請求され、次の請求時に調整される。

料金が確定した後、利用者はバーコードを使い、銀行支店または宝くじ店で支払を行うことができる。いくつかの銀行では、登録により口座引き落としが可能である。

上下水道料金支払が遅延した場合、罰則と利息等が加わった金額が再請求される。これらの料金請求に対して2か月間に渡り支払いが行われなかった場合、水道サービスが停止される。上下水道サービスの停止および再開には、SABESPの規定した費用が発生する。

3.6.3 料金設定メカニズム

上下水道料金は、規制機関である州公共サービス監督機構(Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo : ARSESP)が規定・管理している。ARSESPは2007年12月7日付の州付属法(Lei Complementar Estadual) No.1,025で設立され、SABESPの料金と事業の管理・規制を実施している。ARSESPは契約や合意の締結、法律の制定、サービスが経済財務的にバランスの良く継続するための料金の修正・調整を実施している。

ARSESPが実施する料金設定に関する手続きは、毎年「料金調整」、4年毎の「通常時料金改定(Revisões Tarifárias Ordinárias)」、非常時に実施される「非常時料金改定(revisão tarifária extraordinária)」から成る。ARSESPはSABESPに対し、2度の「通常時料金改定」と、1度の「非常時料金改定」を実施した経験があり、その実施方法や計算詳細はARSESPのホームページに掲載されている。現在、2021年から2024年の初期最大料金(P0)²⁴を算出するための、3度目の通常時料金改定が実施されており、パブリックコメントの手続き中である。改定レビューに用いている暫定値は、水道料金が4.8413リアル/m³、下水収集と下水処理料金が2.9659リアル/m³、1.4286リアル/m³となっている。

²⁴ 改定期間4年間の基準となる初期単価

(1) 毎年の料金調整手続き

ARSESP は、SABESP が事業を提供するための収入と支出が均衡する様、毎年「料金調整」を行っている。料金は、以下の数値に基づいて調整されている。

- 前期の平均単価
- 品質 (Q) 指標 (Índice Geral de Qualidade : IGQ)
- 効率性 (X) 指標 (fator de eficiência)
- 12 ヶ月のインフレ率 (Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA、ブラジル統計局)

品質指標 (IGQ) は Arsesp Resolution No. 898/2019 により規定されており、モニタリング 4 項目により構成される。4 項目は、i) 技術的漏水 (25%)、ii) 道路復旧時間 (25%)、iii) 水不足と低水圧に関するクレーム (25%)、iv) 下水処理場接続率 (25%) である。最終期 (2020) の IGQ の数値は -0.1188% であった。

X 指標は、SABESP が獲得した利益の一部を利用者に還元する目的で設定されている。最終期 (2020) の数値は 0.6929% であり、この数値を維持管理費に追加しても、企業の収支が均衡する計算となる。毎年の料金調整の指標 P_t は、下式に基づいて計算される。

$$P_t = P_{t-1} * (1 + IPCA - X \pm Q)$$

P_t = その年の最大平均単価 (最大単価)

IPCA = 直近 12 ヶ月のインフレ率

X = % で示された効率性 (X) 指標

Q = % で示された品質 (Q) 指標

(2) 4 年ごとの通常時料金改定

毎年の料金調整に加え、規制機関は目標達成のために十分な収入を得られる様、「通常時料金改定 (Revisões Tarifárias Ordinárias)」を実施する。この改定では、まず SABESP が今後 4 年間の上下水道の需要予測、運営計画、投資計画等を策定する。ARSESP はこれら計画をレビューし、より効果的な運営費、控えめな投資費を提案する。キャッシュフローには SABESP の投資収益性も考慮され、両社が合意した計画に基づいて料金水準が決定される。

(3) 非常時料金改定

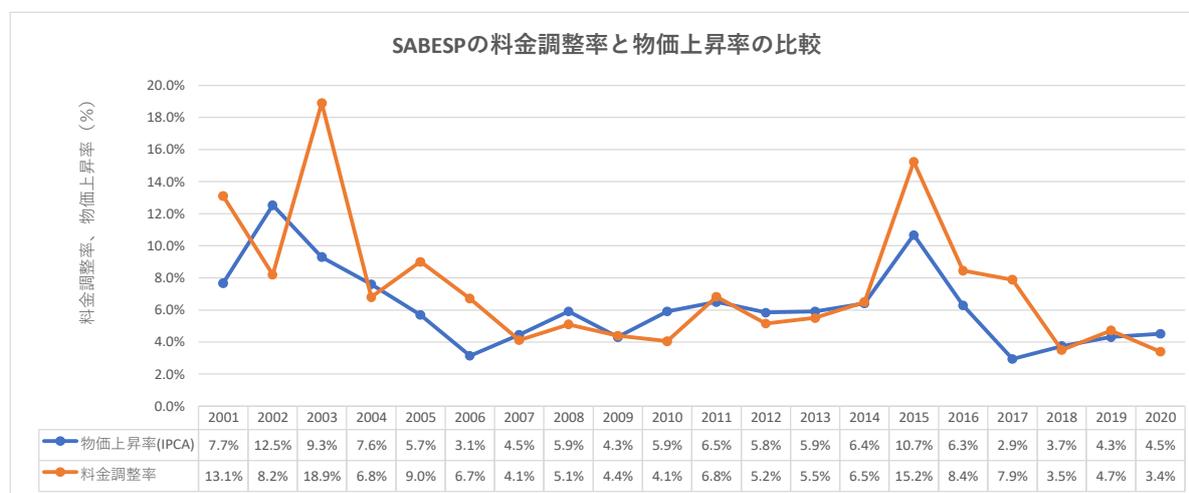
災害など特殊な条件で SABESP の収益性が悪化した場合、非常時料金改定が実施される。過去の例では、2014~2015 年にサンパウロ州で水不足が発生し²⁵、特にサンパウロ都市部が多大な影響を受けた。この危機に際し、ARSESP は水圧低下、消費量削減の啓もう活動、料金体系調整による節水の動機付け (罰則と報酬) 等の施策を実施した。全体の水消費が減ることで水不足は緩和されたが、従量制で計算される SABESP の上下水道料金収入も減少したため、2015 年に +6.92% の非常時料金改定が認められた。

²⁵ 「4.2.2 (3) 2014 – 2015 年の「水危機」参照

3.6.4 料金水準の過去推移と将来計画

(1) 料金水準の過去推移

図 3.13 に過去 20 年間の料金調整率と物価上昇率の推移を示す。2001 年から 2021 年までの 20 年間の数値を平均すると、料金調整率が物価上昇率と比べて 1.2%高い。2011 年から 2021 年までの 10 年間では同じく料金調整率が 1.0%高い。2001 年から 2020 年までの累積は、物価上昇率のみが 224%であるのに対し、料金調整率は 248%であり、2001 年時点の料金を元にするると、24%の差が生じている。この様に、SABESP の料金値上げは物価上昇率を上回って推移している。値上げ幅が大きい理由は、上下水道のユニバーサルサービス化に更なる設備投資が必要となるためである。



出典：ブラジル地理統計院、ARSESP、SABESP の情報にもとづき調査団が作成

図3.13 物価上昇率と SABESP の料金調整率の過去推移(%)

(2) 将来の改定提案内容

現在の上下水道分野の規定によると、1996 年州法律 41,446 号にもとづき、月当たり 10 m³分の最低使用量の支払が義務付けられている。州法が作られた当時は規制機関が設立されておらず、支払金額についての配慮が充分でなかった状況がある。

従い、ARSESP は Nota Técnica nº 06/2021 (パブリックコンサルテーション中) に記載のとおり、料金体系の改定手続きを進めている。変更内容は月 10 m³の最低料金を廃止し、消費量レンジ、最低料金、固定費の変更が提案されている。以下が主要な変更点である。

なお、前回 (2 回目) の料金改定手続きでは、計算方法の確認のためのパブリックコンサルテーション期間約 1 ヶ月の後パブリックヒアリング 1 回、初期最大料金額の確認のためのパブリックコンサルテーション約 1 ヶ月の後パブリックヒアリング 3 回 (3 市) が実施され、利用者からの各質問に対し ARSESP から文書による説明・返答が実施された。第 3 回目の料金改定低手続きでも同様の手続きが実施される予定である。

- 最低料金と従量制料金の見直し：料金を固定費と変動費に分割する。固定費は消費量に影響

響を受けず、サービス実施を可能とする設備費用をカバーする。変動費は消費量に基づき、サービス提供に必要な変動費をカバーする。現況の最小使用量の設定と異なり、固定費は接続ごとに料金が発生する。ARSESP の試算では、この変更により、貧困家庭などの最小料金負担が緩和する。

- 地域間の差異の無い統一料金：SABESP のサービス地域全体で統一した料金単価が提案されている（現在は地域ごとに異なる料金表が存在する）。これにより、収入が少なく、投資資金が不足する市でも、より公平な設備投資が可能となる。この改定により、同じカテゴリーにも拘わらず、居住・業務地域で料金単価が異なっていた不公平感が解消される。
- 社会配慮した料金の拡大：家庭利用者のうち、より低料金である社会的なカテゴリーの範囲を拡大することが提案されている。i) 社会的な家庭（Residencial Social）は Cad Único で第3レベルに登録された家庭（1人当たり月収入が178.00レアル～最低賃金の1/2）、ii) 脆弱な家庭（Residencial Vulnerável）は Cad Único で第1, 2レベルに登録された家庭（1人当たり月収入が0.00-178.00レアル）とする。
- 非家庭利用者料金の見直し：非家庭利用者のカテゴリー（商業、工業、公的機関）について、使用量によらず料金単価を一定とする。SABESP にとっては収入額が減少するが、上下水道サービスの競争力を高め、また市場全体で損失を減らす効果があり、利用者や政府、ARSESP が希望している。
- 下水施設整備の支援（下水料金）：上水道と下水道料金は、それぞれの経済的価値と供与するための費用を反映し、異なる料金としている。上水道は浄水の配送が主目的であり、それ以上細分化しない。下水道は、下水収集のみの地域と下水処理されている地域で異なる経済価値を有するため、別々の料金単価が設定されている。ARSESP は、下水処理にかかる設備費を上水道料金と下水収集料金で賄い、変動費のみを下水処理料金で賄うことを提案している。これにより、下水処理施設の建設が、利用者全体の料金から補助される仕組みとなる。

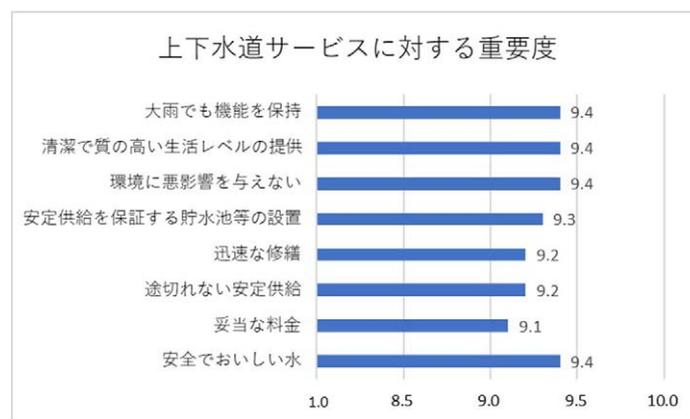
上記のとおり、将来的に料金体系が変更された場合、財務状況に一定の影響があると考えられる。ARSESP は提案に基づき料金表のドラフトを作成しているが、パブリックコンサルテーションなどの結果により変更される可能性が残っている。

3.6.5 上下水道料金に対する市民の意識

本調査で事業対象地域において実施した社会調査では、上下水道料金²⁶に対する市民の意識についても調査した。以下に結果を示す。

(1) 料金に対する重要度と満足度

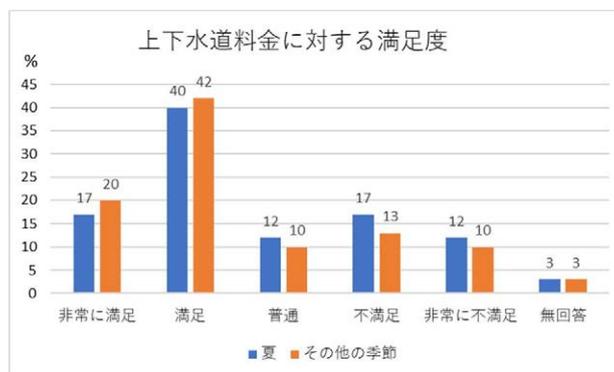
上下水サービスに関連する様々な側面に対する重要度（1～10 で評価、10 が最高に重要）を全世帯に問うた結果を図にしめす。「妥当な料金であること」に対する重要度は、調査世帯全体で平均 9.1 であった。安定性や品質、個人の生活の質や環境への影響等を問う他の項目に対する重要度の平均よりも、0.1～0.3 低く表れた。



出典： 調査団作成(社会調査の結果より)

図3.14 上下水道サービスの側面に対する重要度

また現在 SABESP 上下水道サービスのいずれかを受けている世帯に対し、料金に対する満足度を問うた結果を図 3.15 に示す。夏及びその他の季節ともに、「非常に満足」および「満足」と答えた世帯は、「不満足」「非常に不満足」と答えた世帯を上回った。ただし夏はその他の季節よりも満足度がやや低い。この理由としては、夏の人口増加による上水道の水圧低下や断水頻度の増加、あるいは海や河川に放流する下水処理水の増加による海水浴場の水質低下を感じることににより、支払い料金への満足感を下げているのではないかと分析される。



出典： 調査団作成(社会調査の結果より)

図3.15 SABESP 上下水道料金に対する満足度

²⁶ 上下水道料金の体系については 3.6.1 節参照

(2) 料金値上げに対する意識

SABESP の水道サービスを受けている世帯の 10.8%が、断水がなく良好な水圧と水質が実現されれば、水道料金に対し追加料金を支払っても良いと答え、その追加料金の平均は 7.7%増しであった。水道事業が既に普及している地域の追加料金の支払い意思は 13.3%で平均よりは多少高い傾向が見られたが、追加料金の平均は 6.4%増しと平均を下回った。

下水道サービスへの追加料金の支払い意思に関する結果を表 3.1 に示す。すでに SABESP の下水サービスを受けている世帯の 12.2%が、下水の悪臭がなくなり、地域の川や海の水の水質が向上するなど地域の環境状況が向上すれば追加料金を支払っても良いと答えた。下水管拡張・戸別接続対象地域（したがって下水道整備が遅れている地域）では 7.4%であった。またそれに隣接する（ペルイベ市およびイタニャエン市の）ビーチ沿いのコミュニティ世帯では、19.2%と比較的高い値を示した。全体の追加料金の平均は 10.4%増しであった。

他方 SABESP の下水サービスを受けていない世帯では、全体では 26.9%、下水管拡張・個別接続対象地域では 27.6%、ビーチ沿いのコミュニティ世帯では 20.0%といずれも高く、下水サービスの切望と接続意思が強く表れているのではないかと分析される。

表3.26 下水サービスに追加料金を支払う意思のある世帯の割合(%)

調査エリア	下水サービスを受けている世帯	下水サービスを受けていない世帯
全体	12.2	26.9
下水管拡張・戸別接続対象地域	7.2	27.6
隣接するビーチ沿い地域	19.2	20.0

出典：調査団作成(社会調査の結果より)

3.7 対象地域における上下水道セクターの組織及び財務に係る 課題の整理

ブラジル国の上下水道セクターは、国家基礎衛生計画（PLANSAB）で掲げられた整備目標を達成すべく、2020年の新国家基礎衛生法（Novo Marco）によってそれまでの体制と制度に変更が加えられた。バイシャーダ・サンチスタ地域では、従来の制度的枠組みのもとサンパウロ州上下水道公社（SABESP）が長らくコンセッション方式で上下水道サービスを行ってきた。

SABESPは充実した事業実施体制を構築し、経営も安定している。サンパウロ州は経済的に豊かであり、また、フルコストリカバリーを保証し、非常時料金改定も認められている料金制度も相まって、SABESPは今後も安定した経営を続ける公算が高い。そして、SABESPによる安定的な経営によってバイシャーダ・サンチスタ地域の上下水道サービスは今後も継続して改善を続ける可能性が高い。しかしながら、Novo Marcoにより導入された新制度や昨今のCOVID-19禍の中で、セクターの組織や財務に係り以下のような課題や懸念を指摘することができる。

- COVID-19禍の長期化による上下水道サービスの質の低下のリスクの回避：COVID-19禍が更に長期化した場合、非常改定または次回の定期改定までの期間限定ではあるが、キャッシュフローが悪化し、施設整備や保守・修繕などの投資活動に影響を与える可能性がある。売上回復の時機が明らかでない中、SABESPが将来に向けた投資活動をいかに継続するかが課題である。
- SABESPが契約満了後に競争入札で契約を失うリスク：SABESPの売上の44%を占めるサンパウロ市との契約は2039年に満了を迎える。また、バイシャーダ・サンチスタ地域9市とSABESPの契約には2044年から2050年にかけて満了となる。それらに合わせて行われる競争入札でSABESPが契約を失った場合、新たなコンセッションへの移行が円滑に行われなければ市民への上下水道サービスに悪影響が生じうる。また、特にサンパウロ市の契約を失った場合、SABESPは大きな経営的打撃を受け、契約が残存する他の市でのサービスにも悪影響が生じる可能性がある²⁷。

²⁷ 一方で、Novo MarcoによってSABESPはブラジル国全土で多くの競争入札に参加する機会を得る。市場競争を促す新制度は必ずしも契約を失うリスクばかりがあるわけではなく、好機でもある

第4章 対象地域における上下水道サービス、及び施設の整備状況・運営管理の現状

4.1 調査対象地域における上下水道サービスの現状

4.1.1 上下水道サービスに係る主な指標

(1) SABESP による上下水道事業全般に係る指標

SABESP の上下水道事業に係る主な指標とその推移を表 4.1 に示す¹。SABESP のサービスエリアにおける水道接続率は概ね 100%であり、Novo Marco の 2033 年目標 99%を達成している。一方、下水道については 2020 年末の時点で整備率 92%、接続率 85%、下水処理施設接続率 76%であり、Novo Marco の 2033 年目標値（下水処理場接続率 90%）の水準にはまだ及ばない²。

JICA が「無収水管理プロジェクト」や「サンパウロ州無収水対策事業」を通じて支援してきた無収水削減については、計測水量ベースの無収水率で見ると現在 27%であり、2016 年の 32%からコンスタントに削減されている。しかし、1 接続率あたりの損失水量で見ると 2016 年の水準より悪化しており、現在の 263 L/接続/日は途上国の水準としてもまだ改善の余地がある³。

一方、従業員数と接続数から算出される生産性（従業員あたりの接続数）⁴は 2016 年から 2020 年の 5 年で 30%も向上しており、現在の 1,453 接続/人は世界的に見ても非常に高い水準にある⁵。

表4.1 SABESP による上下水道事業全般に係る指標値

指標	単位	2011	2016	2017	2018	2019	2020
サービス指標							
水道接続率	%					概ね 100%* ¹	
水道整備率	%					概ね 100%* ¹	
下水道接続率	%	82	82	83	83	84	85
下水道整備率	%	-	89	90	90	91	92
下水処理施設接続率	%	-	74	75	76	78	76
水道接続人口	百万人	23.9	24.7	24.9	25.1	27.1	27.5
下水道接続人口	百万人	20.5	21.3	21.6	21.8	23.8	24.3
カスタマー満足率	%	92	82	85	81	86	86
運営指標							
水道接続数	千	7,481	8,654	8,863	9,053	9,933	10,088

¹ Sustainability Report で SABESP が公表している全指標の値は添付資料 4.1 参照

² SABESP のサービスレベルを PLANASB の整備目標と比較することは困難である。PLANASB の下水道・衛生に係る指標 E2（表 3.2 参照）は腐敗槽等の簡易個別処理設備の設置件数も分子に加えることができるためである。また、汚水処理に係る指標 E4 も、収集された汚水量を分母としたパーセンテージであり、収集されたか否かに関わらず域内で発生した汚水量を分母とする SABESP（及び Novo Marco）の指標（下水処理場接続率）とは定義が異なっている。施設整備率に係る指標の定義については 3.1.2 節(3)参照

³ 先進国、途上国の水準と比較しての評価は 4.2.7 参照

⁴ 「接続数」は水道接続と下水道接続の合計値

⁵ 民営化の成功例として頻繁に挙げられるフィリピン共和国のマニラ・ウォーターは 2019 年で 493 接続/人（1,191,448 接続 ÷ 従業員数 2,412 人）（Manila Water Sustainability Report 2019 より調査団算定）。マニラ・ウォーターの「接続率」は水道接続のみをカウントしているため SABESP の計算方法に比べると生産性が低く出ること差し引いても SABESP の生産性はマニラ・ウォーターよりも高い。なお、東京都水道局は 2019 年で 2,076 接続/人（7,767,460 接続 ÷ 3,742 人）（東京都水道局事業年報より調査団算定）。東京都は既に拡張事業が終了しているため生産性は高く出る傾向にある。

指標	単位	2011	2016	2017	2018	2019	2020
下水道接続数	千	5,921	7,091	7,302	7,495	8,326	8,518
水道管路延長	km	66,389	73,015	74,396	75,519	81,324	87,568
下水道管路延長	km	45,073	50,097	50,991	51,788	55,983	59,660
浄水場数	個所	212	237	240	244	253	251
井戸数	個所	1,102	1,093	1,110	1,114	1,144	1,169
下水処理場数	個所	490	548	557	565	569	572
損失水量 - 請求水量ベース*2	%	26	21	20	20	19	17
損失水量 - 計測水量ベース*2	%	32	32	31	30	29	27
1 接続あたり損失水量	L/接続/日	395	208	302	293	285	263
生産水量	百万m ³	2,992	2,696	2,783	2,800	2,873	2,907
計測水量 - 小売	百万m ³	1,557	1,465	1,524	1,545	1,593	1,758
請求水量 - 用水	百万m ³	297	227	257	263	83	50
請求水量 - 小売	百万m ³	1,747	1,763	1,819	1,845	1,963	2,034
請求下水水量	百万m ³	1,486	1,552	1,617	1,641	1,767	1,840
従業員数	人	14,896	14,137	13,672	14,449	13,945	12,806
生産性	接続/従業員	900	1,114	1,182	1,145	1,309	1,453
環境指標							
生産水 1 m ³ あたりの電気消費量	kWh/m ³	0.64	0.67	0.68	0.73	0.72	0.76
下水処理 1 m ³ あたりの電気消費量	kWh/m ³	0.43	0.43	0.46	0.45	0.47	0.43

注 1: SABESP は「概ね 100%」を整備率 98%以上かつ接続率 95%以上の状態と定義している

注 2: SABESP は、損失水量や無収水率の指標として請求水量ベースと計測水量ベースの二種類の指標を使用している。計測水量ベースは水道メーターで計測した消費水量をもとにしている。一方、請求水量は利用者に請求する「見なし水量」をもとにしている。具体的には、水を殆ど使用しない利用者に対しては「0 - 10 m³/月」のカテゴリーが適用されるため、使用水量が小さくても請求水量ベースでは「10 m³」とみなしてカウントされている

出典: SABESP, Sustainability Report 2020 及び Sustainability Report 2015

(2) バイシャーダ・サンチスタ地域におけるサービス指標

バイシャーダ・サンチスタ地域における上下水道サービスの普及状況を表 4.2 及び表 4.3 に示す。上水道の整備状況は、整備率と接続率ともに市ごとに多少のばらつきがあり、整備率が 100%に達しているのはモンガグア市、プライア・グランデ市、サントス市の 3 市、接続率が 100%に達しているのはプライア・グランデ市、サントス市の 2 市である。その他の市も概ね高い整備率と接続率になっているが、ベルチオガ市、クバトン市、グアルジャ市は整備率が 90%以下と比較的低い。整備率と接続率の乖離は、自宅の井戸など自前の水源を有していて SABESP の水道に接続しない市民が一定数いることが主な要因である。

下水道については、サントス市では古くから 100%に近い下水道整備率を達成していたが、他の市においては 2007 年に着手された「きれいな波プログラム」を通じて普及が進んできた。しかし市のあいだで普及程度にばらつきがあり、ベルチオガ市、クバトン市、イタニャエン市ではまだ 60%程度 of 下水道接続率に留まっている。これは Novo Marco の整備目標（2033 年までに下水処理場接続率 90%）に比べると大きく劣る水準である。

表4.2 バイシャーダ・サンチスタ地域における SABESP の水道サービス指標

年 項目	2020年										
	水道接続数*1 (件)						接続 世帯 数*1	接続 率*2	整備 率*2	計測 消費水量 (m ³ /年)	単位消費 水量 (L/ 世帯/日)
	家庭	商業	工業	公共	複合	計					
ベルチオガ市	24,407	1,286	37	150	311	26,191	35,639	82%	88%	4,839,196	372
クバトン市	27,418	1,930	176	169	381	30,074	39,451	82%	87%	6,961,028	483
グアルジャ市	63,477	4,500	328	266	1,686	70,257	99,456	78%	86%	13,422,474	370
イタニャエン市	70,471	2,925	57	229	254	73,936	79,353	90%	95%	8,260,882	285
モンガグア市	38,791	1,635	86	152	208	40,872	50,225	93%	100%	4,515,866	246
ペルイベ市	42,509	2,737	124	164	217	45,751	49,064	94%	99%	5,776,750	323
プライア・グランデ市	102,736	6,935	207	333	1,455	111,666	238,509	96%	100%	23,614,451	271
サントス市	54,767	11,275	769	505	860	68,176	210,345	95%	100%	37,438,552	468
サン・ビセンテ市	78,984	4,912	388	424	758	85,466	130,166	91%	99%	19,252,149	405
計	503,560	38,135	2,172	2,392	6,130	552,389	932,208	91%	97%	124,081,348	379

- *1: 接続数は給水管と水道メーターからなる給水施設の件数に該当し、接続世帯数は給水施設を通じて SABESP の水を利用している世帯数である。1つの給水施設を複数の世帯が共有しているケースがあるため接続世帯数は接続数より多くなる。SABESP はメーターごとに請求を行うが給水施設を共有している世帯数も把握している
- *2: 整備率は、SABESP の契約上のサービスエリアに住んでいる世帯数のうち、SABESP による水道施設の整備済みエリアに住んでいる世帯数の比率。接続率は、SABESP の契約上のサービスエリアに住んでいる世帯数のうち、SABESP の水道に接続している世帯数の比率

出典: SABESP

表4.3 バイシャーダ・サンチスタにおける SABESP の下水道サービス指標

Municipality	下水道 接続 件数	下水道 接続 世帯数	SABESP サービスエリア内 の世帯数	下水道整 備率*1	下水道接続率*2 (=下水道処理場接続率*3)			
	2020年	2020年	2020年	2020	2007	2018	2019	2020
ベルチオガ市	14,017	24,571	40,166	62%	27%	53%	54%	59%
クバトン市	17,274	25,542	45,295	56%	34%	55%	55%	56%
グアルジャ市	51,917	113,691	136,631	87%	71%	82%	83%	87%
イタニャエン市	34,448	45,851	76,590	54%	8%	54%	54%	54%
モンガグア市	32,286	45,590	50,461	85%	21%	86%	84%	85%
ペルイベ市	35,320	37,250	45,068	83%	24%	83%	83%	83%
プライア・グランデ市	67,409	195,899	233,376	83%	55%	80%	81%	83%
サントス市	64,714	204,769	204,958	100%	97%	99%	100%	100%
サン・ビセンテ市	67,885	116,761	137,384	85%	77%	82%	85%	85%
計	385,270	809,924	969,929	83%	84%	80%	82%	83%

*1: 下水道整備済みエリア内の世帯数/ SABESP のサービスエリア内の世帯数

*2: 下水道接続世帯数/SABESP のサービスエリア内の世帯数

*3: バイシャーダ・サンチスタでは収集された下水は全て下水処理場で処理されている

出典: SABESP

(3) 出水不良の発生頻度

バイシャーダ・サンチスタ地域では広い範囲で断水が多く発生している。その状況を定量的に評価するため SABESP は出水不良苦情指数 (Water Shortage Complaints Index / Índice de Reclamações de Falta d'Água: IRFA) を使用している。この指数は、ある地域における断水など出水不良に対する苦情の月別件数を 1,000 接続あたりの値として表示するものである。

$$\text{出水不良苦情指数 (IRFA)} = \text{出水不良の月別苦情件数} \div \text{世帯数} \times 1,000$$

表 4.4 に示すように、出水不良は観光客が増加する夏季 (12 月から 2 月) に悪化する傾向があり、ピークの 12 月と 1 月では夏季以外の時期の倍以上の指数値となる。本事業で水道コンポーネ

ントの対象である南部のプライア・グランデ市とペルイベ市も同様の傾向である。

表4.4 2018年および2019年における各市の出水不良苦情指数

市	年	月													年間平均	3月-11月の平均
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10	11	12			
プライア・グランデ	2018	1.9	0.8	1.5	1.3	2.0	0.6	0.6	0.6	2.7	2.1	1.4	6.6	1.8	1.4	
ペルイベ		3.0	0.7	5.3	1.2	0.6	2.5	1.3	1.8	2.5	2.9	3.8	13.2	3.2	2.4	
バイシャダ・サンチスタ地域全体		7.7	3.5	6.1	2.5	2.5	1.5	2/0	1.8	3.0	3.3	2.4	6.5	3.6	2.8	
Praia Grande	2019	8.3	10.0	2.4	3.2	5.1	1.9	1.8	2.1	1.7	3.1	4.6	10.2	4.6	2.9	
Peruibe		18.0	9.1	6.9	21.0	19.0	2.7	0.8	0.7	1.0	1.5	0.9	12.0	7.8	6.1	
バイシャダ・サンチスタ地域全体		11.0	7.6	5.4	4.7	5.4	3.0	2.9	2.4	2.4	3.5	4/0	12.0	5.4	3.7	

出典: SABESP.

なお、SABESP は現在実施中の Mambu-Branco サブシステム改修・拡張事業や本事業を含む「Programa Água no Litoral」事業により、プライア・グランデ市とペルイベ市における夏季(12月、1月)の出水不良苦情指数が現在の3月から11月の平均値まで低減されることを期待している。

(4) 下水道未接続世帯における汚水処理

下水道が整備された地域の市民は下水道への接続義務があり、それは Novo Marco でも明記されている。しかし下水道未整備エリアの存在、および下水道接続済エリアにありながら接続を行わない世帯の存在により、表 4.3 から分かるように、現在でも多い市では 40%の世帯が下水道に接続されていない。

2章 2.4.2 (2) 2)で示したように下水道に接続していない世帯の9割以上は個別の腐敗槽または汚水の浸透井戸を使用している。これらの施設に堆積する汚泥の処分は各世帯の責任で、汚泥引き抜き業者に依頼されている。多くの業者は汚泥を SABESP の下水処理場に持ち込み、SABESP はその汚泥を一般の下水とともに無償で処理している。しかし、中には汚泥を不法に投棄する業者もあり、このような環境問題の解決には下水道の普及が不可欠である。

下水道接続の促進のため、SABESP は収入の低い世帯の下水道接続工事を無償化している。この施策は“Se Liga na Rede” (英語で“Connect to the Net”の意味) と呼ばれるプログラムの中で行われており、同プログラムには、専門家が貧困世帯または貧困者の多いコミュニティを訪れて下水道接続の意義を説明する啓蒙活動も含まれている。

4.1.2 上下水道サービスに対する市民の意識

本調査で事業対象地域において実施した社会調査では、SABESP の上下水道サービスに対する市民の意識を問う質問も含め情報を収集した。その結果を下に示す⁶。

(1) サービスに対する満足度

表 4.5 および図 4.1 は、本事業における上水道コンポーネントの裨益対象エリアの住民の上水道サービスに対する満足度を示す。水道の水圧、安定性(断水の無さ)、水質のすべての項目で多く

⁶ 社会調査のサンプリング対象エリアと内容は 2.4.1 参照

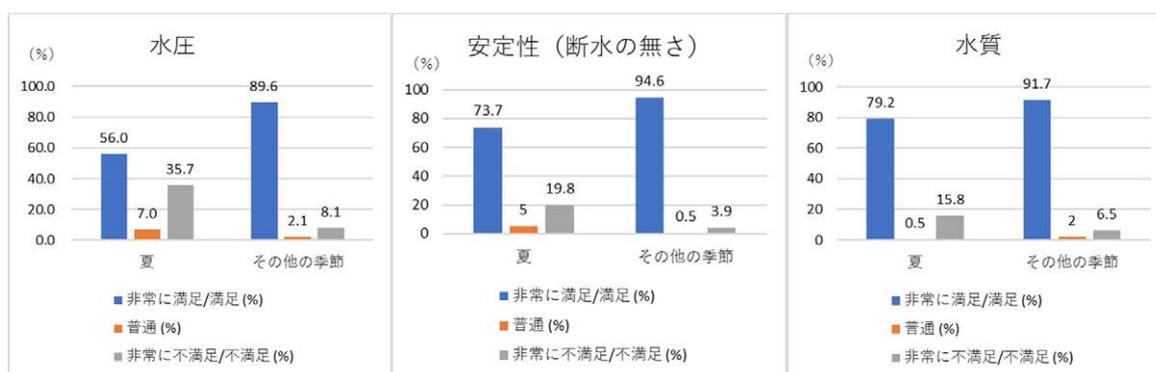
の人が「非常に満足」あるいは「満足」と答え、満足度は高いと言える。しかし、夏季にはすべての項目で満足度が低下し、水圧では36%、安定性では20%、水質では16%の世帯が不満あるいは非常に不満と答えている。

表4.5 SABESP の水道サービスに対する季節別の満足度*

項目	季節	非常に満足(%)	満足(%)	普通(%)	不満(%)	非常に不満(%)	無回答(%)
水圧	夏	21.1	34.9	7.0	25.0	10.7	1.3
	その他	27.9	61.7	2.1	6.3	1.8	0.3
断水の頻度	夏	25.5	48.2	5.2	13.3	6.5	1.3
	その他	29.2	65.4	0.5	3.4	1.0	0.5
水質	夏	25.3	53.9	4.9	10.9	3.6	1.3
	その他	32.8	58.9	1.8	4.7	1.6	0.3

*SABESPによる水道サービスを受けている1429世帯の意見

出典：調査団作成(社会調査の結果より)



出典：調査団作成(社会調査の結果より)

図4.1 SABESP の水道サービスの各内容に対する季節別の満足度

表4.6は、SABESPの下水道サービス、サービス全般および料金について、サービスを受けている世帯の満足度を示したものである。すべての項目で半数以上の人「非常に満足」あるいは「満足」と答え、多くの項目で約70%の世帯が満足している。これらについては、季節による差は水道サービスほど顕著ではなかった。

表4.6 SABESP の下水道サービスおよび料金等に対する満足度

項目	季節	非常に満足(%)	満足(%)	普通(%)	不満(%)	非常に不満(%)	無回答(%)
下水道サービス全般	夏	25.6	46.8	7.7	8.5	10.1	1.3
	その他	29.6	47.1	5.6	7.0	9.5	1.3
サービス料金	夏	16.4	39.6	11.8	16.7	11.8	3.7
	その他	20.0	42.3	10.4	13.3	10.2	3.8
サービス全般	夏	20.3	46.2	10.1	12.5	6.7	2.0
	その他	25.7	52.6	8.8	5.4	4.7	3.8

注：「下水道サービス全般」についてはSABESPの下水道に接続している1,018世帯の意見。「サービス料金」、「サービス全般」についてはSABESPの上下水道サービスいずれかまたは両方を受けている1,429世帯の意見。

出典：調査団作成(社会調査の結果より)

(2) 上下水道サービスへの期待

住民が上下水道サービスの側面の何を重視しているのかを理解するために、各項目に対する重要度を調べた。結果を表4.7に示す。数値が高いほど重要度が高い。すべての項目で評価ポイントが約9と非常に高く、住民はサービスのいずれの側面を重要視している。特に本事業の上水道コ

ンポーネントの裨益エリアでは住民の「安全でおいしい水」に対する重要度が9.8と満点に近く、そのほか「断水がない安定共有」や「安定供給を保証する貯水池等の設置」も高く、水道施設改善のニーズが高いことを示している。

表4.7 上下水サービスに関する側面の重要度（0～10で評価、10:非常に重要）*

対象エリア	上水道サービス			上下水道サービス		下水道サービス		
	安全でおいしい水	断水がない安定供給	安定供給を保証する貯水池等の設置	妥当な料金	迅速な修繕	環境に悪影響を与えない	清潔で質の高い生活レベルの提供	大雨でも機能保持
配水池の新設および送配水管新設の裨益エリア	9.8	9.3	9.4	9.3	9.2	9.5	9.5	9.5
下水道拡張・戸別接続の裨益エリア	9.1	8.9	8.9	8.9	8.8	9.2	9.1	9.1
上下水既整備地域	9.4	9.2	9.3	9.1	9.2	9.4	9.4	9.4
全体	9.4	9.2	9.3	9.1	9.2	9.4	9.4	9.4

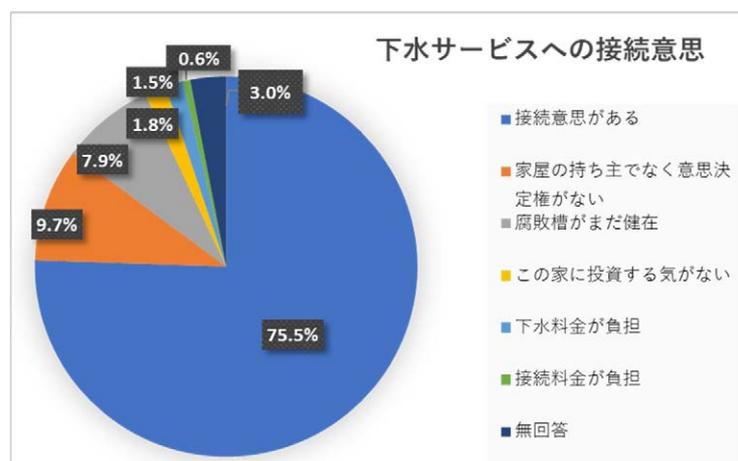
回答世帯数:1,469 世帯

出典: 調査団作成(社会調査の結果より)

(3) 下水道サービスに対する意識

本事業の下水道拡張対象地域において、現在 SABESP の下水道サービスに接続されていない世帯⁷の汚水処理方法は、93.0%が腐敗槽、4.5%が浸透井戸、少数が排水溝、畑等への放流と答えた。

これらの世帯へ下水処理サービスへの接続意思について確認したところ、75.5%が「(サービスが受けられる状態になれば) 接続する意思がある」と答えた。9.7%は、「家屋の持ち主でなく意思決定権がない」と答え、7.9%が「腐敗槽がまだ良く機能しているので接続しない」と答えた。その他の理由は、「家にお金をかける気がない」が1.8%、「接続にかかる費用が負担」が1.5%、「下水サービス料金が負担」が0.6%など、経済的な理由が原因で接続をためらう世帯は少数であった。なお、現時点の下水道接続費用は、0～248 レアル (カテゴリー・口径別) となっており (表 3.25 参照)、収入の低い家庭は接続料が無料となっている。



出典: 調査団作成(社会調査の結果より)

図4.2 下水道サービスへの接続意思

⁷ SABESP 下水接続サービスのない 331 世帯の回答

(4) 水に関わる問題の影響

水の問題がどのように生活に影響を及ぼすかの問題について確認した。全体⁸の約31%が特に影響を受けないと答え、その理由としては「不自由を感じない」「供給に問題がない」「水タンクを所有しているから」等であった。しかしその他の人たちは何らかの影響を受けていると答え、最も大きな影響は、家事等への影響が28%、特に調理および掃除と回答したものが多かった。次に個人の衛生・健康等への影響が23%、生活の安定性や質等への影響が22%、他には経済的な影響が2%等であった。自尊心や社会生活にどの程度の影響を及ぼすかとの質問には、52%が「大いに影響を与える」、11%が「少し影響を与える」と答えており、安全で安定供給される水は実質的な生活への影響のみならず、心理的にも社会的にも多くの人にとって重要な要素となっていることが確認された。

(5) SABESP 満足度調査との比較

SABESP は、サービス提供地域全域の顧客に対し満足度調査⁹を行っている。その結果を社会調査の結果と比較する。

1) SABESP の上下水道サービスに対する満足度

表 4.8 に SABESP サービスに対する満足度の調査結果を示す。バイシャーダ・サンチスタ地域の SABESP サービスに対する満足度はサービス全体に対して 85%と高く、特に上水道に対する満足度は、下水道サービス、顧客サービス、サービス全体に対する満足度よりも高い。しかし SABESP のサービスエリア全域の平均値と比較すると、どの項目においても低くなっている。ただし概してサンパウロ都市圏における満足度は、地方部に比べて全体的に低い傾向が見られるが、地方部に含まれるバイシャーダ・サンチスタ地域は、サンパウロ都市圏に近い結果となっている。

表4.8 SABESP の上下水道サービスに対する満足度(%)

ユニット	上水道の満足度	下水道の満足度	顧客サービスの満足度	全体の満足度
サービスエリア全域平均	90	85	74	86
サンパウロ都市圏平均	80	84	71	84
地方部（サンパウロ都市圏を除く地域全域 ¹⁰ ）平均	92	88	80	88
バイシャーダ・サンチスタ地域	86	80	73	85

出典：SABESP 資料「ANÁLISE DA SATISFAÇÃO DOS CLIENTES SABESP, EDIÇÃO 2020」

この結果を社会調査の結果（上記 4.1.3 (1)）と比較すると、上水道の満足度 86%は、社会調査の結果の水質、供給安定性、水圧に対する満足度平均値1188.0%に近い値となっている。他方、下水道の満足度 80%も社会調査の結果の 76.0%と近く、上水道よりも満足度が低くなっている点も類似していた。

⁸ アンケートに回答した全 1,469 世帯の回答

⁹ 2020 年は当時サービスの提供契約を結んでいた 373 市において上水道サービスのみまたは上下水道サービスを受けている世帯を対象に、14,133 サンプルに対し電話インタビューを実施した。SABESP のビジネスユニットごと、すなわちそれらが担当する地域ごとの結果が比較されている。本社会調査とは調査方法、質問、サンプル数の違いによる誤差等、条件が異なるため単純な比較は必ずしもできないが参考情報として示す

¹⁰ バイシャーダ・サンチスタ地域も含まれる

¹¹ 夏季を 12～1 月の 2 ヶ月間として表 4.4 および表 4.5 の結果から年間平均値を算出した

2) バイシャーダ・サンチスタ地域の SABESP サービス評価

表 4.9 に顧客が選んだバイシャーダ・サンチスタ地域における SABESP の上下水道サービスの各項目に対するプラス面とマイナス点を示す。まず上水道では、水質と水圧に対する評価がプラス面、マイナス面の両方に表れている。これは調査の質問の方法が、解答者があらかじめ表示された限られた数の選択肢の中からプラス面、マイナス面を選ぶ様式となっているからで、バイシャーダ・サンチスタ地域内でも市やコミュニティによって差があり異なる市やコミュニティの回答者の評価が分かれたためと考えられる。社会調査の結果においても、上水道の水質、供給安定性、水圧すべてにおいて、不満足あるいは非常に不満足と答えた人も特に夏季において少なからずおり、SABESP の調査結果と矛盾しない。それ以外では、断水の少なさはプラス面、塩素過剰がマイナス面とされている。社会調査の結果からは、塩素濃度の指摘は見られなかった。

下水道サービスでは、処理、下水管の詰りなしがプラス面、汚水の流出、詰り、悪臭等がマイナス面とされている。社会調査においても、汚水の漏れ、悪臭、詰り等が一部の地域において指摘されていた。サービス全般については、迅速な対応、問題の解決、サービスの質すべての点がプラス・マイナス両面に認識されている。

表4.9 SABESP プラス面及びマイナス面の因子

	プラス面	マイナス面
上水道	<ul style="list-style-type: none"> 水質 (良い) 断水 (少ない) 水圧 (良い) 	<ul style="list-style-type: none"> 水質 (悪い) 塩素過剰 水圧 (低い)
下水道	<ul style="list-style-type: none"> 処理 詰りなし 問題解決 	<ul style="list-style-type: none"> 汚水の流出 下水道の詰り 悪臭
サービス	<ul style="list-style-type: none"> 迅速な対応 問題解決 サービスの質 (高い) 	<ul style="list-style-type: none"> 問題が解決しない 迅速性の欠落 サービスの質 (低い)

出典: SABESP 資料「ANÁLISE DA SATISFAÇÃO DOS CLIENTES SABESP, EDIÇÃO 2020」

3) SABESP に対するイメージ

SABESP の満足度調査では、SABESP に対するイメージについても調べている。SABESP の満足度調査からの抜粋を表 4.10 に示す。

この中で SABESP が社会福祉的である、あるいは環境配慮的であるというイメージを持つ人は、それぞれ 71%、66%と他の側面 (例えば、信頼 75%、任務へ集中 81%、有能 77%等) と比較すると低めの値を示しており、これは顧客が、SABESP に対し、社会福祉や環境配慮側面への更なる努力を求めるニーズであるとも分析できる。本報告書第 2 章 2.4.2 (2) 3) に示す様に、社会調査の結果では、74.1%の世帯が「地域の環境、特に川や海の水質に環境関心がある」と答えている等、当該地域の住民は環境に対する関心が高いことが示されている。これは、SABESP の調査の結果と合致していると言える。

表4.10 SABESP に対するイメージ (%)

	信頼	尊敬	近代的	有能	コミュニケーション	任務へ集中	社会福祉的	環境配慮的
全体	73	71	68	77	68	83	69	62
バイシャーダ・サンチスタ地域	75	73	65	77	71	81	71	66

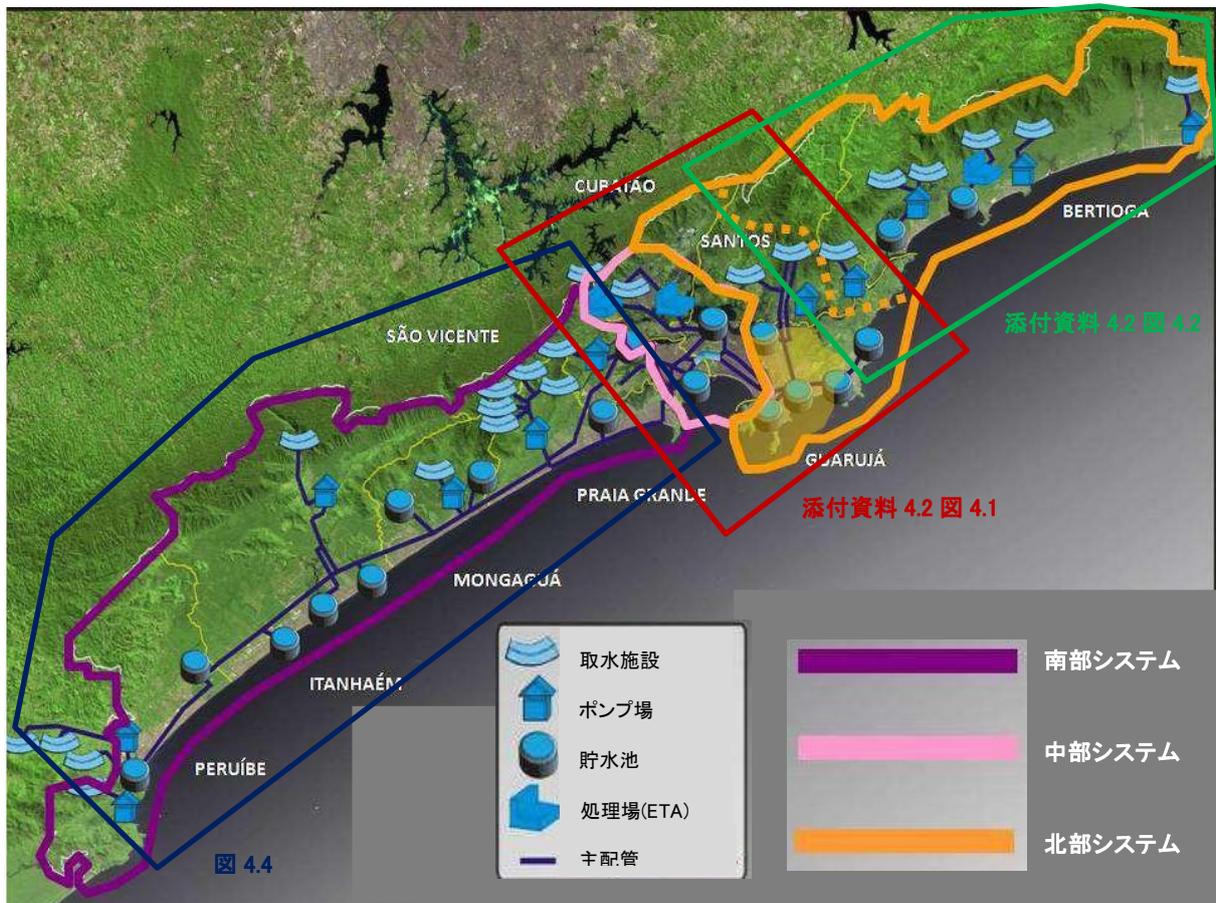
出典: SABESP 資料「ANÁLISE DA SATISFAÇÃO DOS CLIENTES SABESP, EDIÇÃO 2020」

4.2 調査対象地域における上水道施設の整備及び運転維持管理の現状

4.2.1 上水道システムの概況

(1) 3つのシステムと既存水道施設の基本データ

バイシャーダ・サンチスタ地域 9 市に対する水道システムは、図 4.3 に示すように南部システム (5 市：ペルイベ市、イタニャエン市、モンガグア市、プライア・グランデ市、及びサン・ビセンテ市内陸部)、中部システム (3 市：サントス市、サン・ビセンテ市の半島部、及びクバトン市)、北部システム (2 市：グアルジャ市及びベルチオガ市) の 3 システムに分類されている。



※ 図中の口の範囲の詳細は図 4.2 及び添付資料 4.2 図 4.1、4.2 参照

出典： Termo de referencia para elaboracao do projeto basico da ampliacao da reservacao e das interligacoes de adutoras e redes de distribuicao de agua tratada dos sistemas de abastecimento de agua das regioes centro e sul da regio metropolitana da Baixada Santista nos municipios de Sao vicente e Praia grande.

図4.3 バイシャーダ・サンチスタの水道システム概要図

表 4.11 に各市の上水道システムに係わる基本データを、本事業の対象である南部システムの施設配置図を図 4.4 に示す¹²⁾。

¹²⁾ 中部、北部の施設配置図は添付資料 4.2 参照

表4.11 対象地域における上水道システム基本情報

項目	南部システム					中部システム				北部システム			バイシャ ーダ・サ ンチスタ 計
	ベル イェ	イタニエン	モンガ グア	ブライア・ グランダ	計	サン・ ビセンテ*	クバトン	サントス	計	グアルジヤ	ベル チカ	計	
給水人口 (人)	65,871	98,161	54,195	314,151	532,378	345,686	117,861	428,188	891,735	315,078	39,823	354,901	1,779,014
メーター設 置数(戸)	44,794	72,494	39,433	109,967	266,688	84,971	29,962	68,068	183,001	68,888	25,852	94,740	544,429
各戸接続数 (戸)	47,952	77,746	48,431	235,261	409,390	129,569	39,217	208,860	377,646	131,284	35,275	166,559	953,595
送水管延長 (m)	26,402	101,715	15,000	36,625	179,742	65,534	14,000	109,110	188,644	46,824	27,815	74,639	443,025
配水管延長 (m)	515,392	860,343	410,552	967,636	2,753,923	825,120	241,217	1,294,932	2,361,269	794,415	329,799	1,124,214	6,239,406
配水池(数)	5	8	3	4	20	23			23	14	21	35	82
配水池容量 (m ³)	15,500	26,850	20,000	50,000	112,350	70,750	6,900	87,790	165,440	50,500	26,910	77,460	355,250
浄水量 / 配水池容量 (時間)	15.7	17.7	19.4	11.6	14.3	12.3	4.1	15.0	12.4	9.0	23.2	11.5	12.7
導水ポンプ 場(数) ⁽²⁾	1	3	-	-	4	-	1	-	1	1	5	6	11
送水(浄水 場内)ポン プ場(数)	1	7	1	4	13	5	3	5	13	8	6	14	40
中継ポンプ 場(数) ⁽²⁾	-	-	-	-	0	2	-	9	11	5	4	9	20
損失水量 (L/日)	183	134	147	271	735	607	564	230	1,401	634	248	882	3,018
接続率 (%) ¹⁾	94	89	93	96	372	90	84	95	269	77	81	158	799
浄水量 (m ³ /月)	710,922	1,089,141	742,111	3,101,509	5,643,683	4,148,718	1,197,281	4,207,045	9,553,044	4,048,040	837,965	4,886,005	20,082,732
有収水量 (m ³ /月)	477,257	686,852	374,137	1,965,257	3,503,503	1,602,565	580,918	3,114,859	5,298,342	1,518,096	401,754	1,919,850	10,721,695
無収水率 (%)	32.9%	36.9%	49.6%	36.6%	37.9%	61.4%	51.5%	26.0%	44.5%	62.5%	52.1%	60.7%	46.6%

注: 損失水量、接続率、浄水量、有収水量、無収水量はいずれも 2019 年時点のもの

*: サン・ビセンテ市は内陸部が南部システム、半島部が中部システムに分類される。この表では市ごとの施設整備状況を示すため、内陸部を含めたサン・ビセンテ市全体を便宜的に中部システムに含めた

出典: Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de água e Elaboração do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana da Baixada Santista (現在行われている既存マスタープランレビュー業務の資料)

表 4.11 から無収水率は地域全体で 46.6% (南部システムで 37.9%、中部システムで 44.5%、北部システムで 60.7%) と高い。また配水池容量は各システムで 12 時間以上確保されており適切であるが、市ごとに見るとクバトン市だけが 4.1 時間分の容量と少ない。



出典：SABESP

図4.4 バイシャータ・サンチスタの水道システム詳細図（南部）

(2) 14 のサブシステム

南部、中部、北部の3システムには、表4.12に示すように浄水施設から送配水施設まで一通りの施設を備えた14のサブシステムがある。サブシステムは南部システムに7つ、中部システムに1つ、北部システムに6つあり、水源はすべて表流水である。

表4.12 バイシャータ・サンチスタ地域のサブシステムと認可取水量、浄水容量、及び使用可能な水量

市	サブシステム	選定地点番号*6	河川名	認可取水量 (L/秒)	浄水容量 2021年 (L/秒)	Q7-10 (L/秒)*7	
ペルイベ	Guaraú	1	Ribeirão do Cabuçu	224	250	58	
		2	Ribeirão Quatinga	88		34	
		3	Ribeirão São João	31		14	
		計	343	106			
	Guarauzinho	4	Ribeirão Guaraú	18	25	13	
イタニャエン	Mambú-Branco	5	Rio Mambú (既設)	600	1,600/ 3,200*3	1,301	
		31	Rio Branco ³	2,600		3,980	
		計	3,200	5,281			
	Moenda/Matão (稼働なし: 廃止)	6	Ribeirão Moenda 1	21		-	11
		7	Ribeirão Moenda 2	17		-	9
8		Ribeirão Matão	22	-	10		
	計	60	-	30			
モンガグア	Antas	9	Rio Mongaguá ou Mineiro	92	90	52	
ブライア・グランデ	Melvi	10	Córrego do Soldado	384	1,600	86	
		11	Córrego da Serraria	230		51	
		12	Ribeirão Laranjal	178		52	
		13	Ribeirão Lambari	89		32	
		14	Ribeirão Guariúma	268		80	
	計	1149	301				
サン・ビセンテ	Itú	15	Córrego Itú	140	200	24	

日本工営株式会社
中南米工営株式会社

市	サブシステム	選定地点番号*6	河川名	認可取水量 (L/秒)	浄水容量 2021年 (L/秒)	Q ₇₋₁₀ (L/秒)*7
		15a	Córrego Itú - Captação Bueno	-		11
		15b	Afl. do Cór. Itú - Captação Sarita	-		5
			計	140		40
サントス、サン・ピセンテ半島部、クバトン	Sistema Integrado (Pilões と Cubatão が統合)	18	Rio Cubatão (Sub-Álvea)*1	2,083	4,200 /5,500*4	969
		-	Rio Cubatão (ETA-3 Cubatão)*2	2,500		81
			Cubatão 計	4,583		1050
		19	Rio Pilões	300	600	262
		20	Rio Passareúva	200		128
			Pilões 計	500		390
グアルジャ	Jurubatuba	16	Rio Jurubatuba	1,550	2,000 /2,500*5	404
		17	Rio Jurubatuba Mirim	450		128
			計	2,000		532
ベルチオガ	Caruara	21	Rio do Macuco	22	22	27
	Furnas/ Pelaes	22	Ribeirão das Furnas	62	180	50
		23	Córrego Pelaes	58		40
			計	120		90
	Itapanhaú	24	Rio Itapanhaú	418	220	1,565
	São Lourenço	25	Ribeirão São Lourenço	36.25	25	23
	Boracéia	26	Afl. do Ribeirão Pedra Branca	90	90	44

- *1: Rio Cubatão (Sub-Álvea): ピロエス川とパッサレウバ川の集水域にある流域は考慮せず
- *2: Rio Cubatão ((ETA-3 Cubatão): Sub-alvea セクションまでの流域を参照。Usina Henry Borden からの流量 (Billings からの転流量) は考慮せず
- *3: Rio Branco: カピバリ川流域は除外
- *4: 浄水場容量を 5,500 L/秒に拡張予定
- *5: 2024 年に 2,500 L/秒まで拡張予定
- *6: 選定地点番号は添付資料 4.3 に対応。
- *7: 7 日間流量に基づく 10 年渇水確率流量 (Q7-10)。水資源賦存量の指標。

出典: Plan Director de Abastecimento de Água da Baixada Santista (2011MP)および Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de água e Elaboração do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana da Baixada Santista (現在行われている既存マスタープランレビュー業務)の資料

バイシャーダ・サンチスタ地域は、Serra do Mar (海岸山脈) から大西洋までの斜面上に位置する。海岸に沿って直線的に開発されてきている都市部に対し、上水道は Serra do Mar から流下する河川を水源として開発されている。上水道開発が開始された 19 世紀終わりから 20 世紀半ばにかけては各市とも近傍の小河川・湧水の良質な原水を利用し、滅菌・フッ化物添加のみの水処理プロセスを持つ小規模な水道システムを利用していた。人口増加により水道システムは徐々に大型化され、ろ過施設等の処理プロセスを含む本格的な上水道施設に拡張されてきている。

バイシャーダ・サンチスタ地域で最初に開発された水道施設は、サントス市及びクバトン市を含む中部システムの Sistema Integrado サブシステムの Pilões 川取水施設であり 1898 年に建設された。その後これを水源とする Pilões 浄水場が 1936 年に建設された。同サブシステムの Cubatão サブシステムも古い大型水道システムの 1 つで、1964 年に 1,800 L/秒の容量で運用が始まり現在は 4,200 L/秒 (取水設備を除き 5,500 L/秒) まで拡張されている。

新規都市開発の中心がサントス市、クバトン市から南部へ移ることにより、本事業の対象となる南部システムでも初めての大規模水道施設である Mambu-Branco サブシステムが整備された。

このシステムは当初 820 L/秒として整備が開始されたが、近年のさらなる急速な開発に対応すべく拡張中である。Mambu-Branco サブシステム開発は 2 期に分け計画されており、1 期、2 期ともにも施設容量 1,600 L/秒と計画されている。第 1 期はすでに 2013 年に完成し稼働中であり、現在、第 2 期の建設は約 70% (2021 年 9 月現在) の進捗で 2022 年に完成予定である。

北部システムは中部、南部よりも水不足の逼迫度は低く、また井戸で給水を賄っている家屋もあり SABESP 水道システムへの接続率もやや低い (90%未満)。しかしながら、2011 年には中部システムからの補給が実施される水不足に陥ったことが報告されている。

(3) バイシャーダ・サンチスタ地域の現在の需給バランス概観

バイシャーダ・サンチスタ地域では、主にマリーニレジャーのための流動人口が集中する夏季の 1-2 月に水需要が大きく増加し、さらに年末の数日間に水需要は最大ピークに達する¹⁵。この時期対象地域は雨期にあたり水資源量は他期間よりは比較的豊富である。一方、乾期における水資源量、水需要はともに大きく減少する。

円借款事業として要請されている施設は南部システムの一部である¹⁶。なかでも昨今急激に発展したプライア・グランデ市は従来のサブシステムの水源量に限りがあるため、比較的水不足が逼迫していない中部システムの Sistema Integrado サブシステムより補充を受けている。Sistema Integrado サブシステムの主要水源である Cubatão 浄水場は 4.2.2 (2) で後述のように、水力発電所下流に位置しており、発電用水はサンパウロ市 Billings 湖からの流域変更による転流水である。この発電後の転流量 (発電水量) が浄水容量に大きく寄与することとなるが、発電用水量 (転流による流入流量) は電力需要の多寡により増減するので、一定の取水・浄水量とするために施設対策が必要となる。SABESP は、浄水容量 5.5 m³/秒での効果的なシステム運用を可能にするために、原水取水・浄水処理システム全般の改善を検討する調査¹⁸を開始する予定である。

南部システムでは、現行の 2011 のマスタープラン (後述する 2011MP) 当時は上記の Sistema Integrado サブシステムに大きく依存していたが、増え続ける水需要に伴う水供給不足に対応する必要があった。そこで、ペレイバからプライア・グランデ市、サン・ビセンテ市 (本土部分) まで南部から中部に跨る広範な地域の新たな主要水源として大規模な Mambu-Branco サブシステムが実施中である。南部システムの海岸沿いに位置する各市の既存サブシステムがこのサブシステムにより連結される計画となっている。本事業の対象はこの Mambu-Branco サブシステムの南西端に位置するペレイバ市と北東端のプライア・グランデ市への水供給施設である。ただし、Mambu-Branco サブシステムによって水の供給能力が大幅に向上するものの、将来の水需要増加を勘案すると、その完成後もプライア・グランデ市には中部システムからの補完給水を維持する必要があるとされている。

北部システムでは、2011 年にグアルジャ市で夏季最大 687 L/秒もの水供給不足となり、中部システムから 250 L/秒の補完給水を受けた。そのため 2011MP 後に Jurubatuba サブシステムの拡張

¹⁵ 水需要予測については 5.4.3 参照

¹⁶ 要請されている事業のスコープは 5.4.4 参照

¹⁸ Diagnóstico, Estudo de Alternativas, Concepção e Anteprojeto para Ampliação da Captação e Tratamento de Água da Estação de Tratamento de Água ETA do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Cubatão

が計画され、実施中である¹⁹。

ベルチオガ市に対しては2016年の調査²⁰において Itapanhaú サブシステムと Boracéia サブシステムの拡張、Caruara, Furnas/Pelaes、São Lourenço の各サブシステムの既存容量維持のための工事が実施中である。さらに Furnas-Pelaes サブシステムは、水資源量に余裕のある Itapanhaú サブシステムとの相互融通プロジェクトが進められている。

バイシャーダ・サンチスタ地域全体としては、今のところ平年であれば給水制限も行わずに十分の水を供給できている。しかし、上記のように局所的には水が既に不足している地域があり、既存の水量では今後の水需要増加に対応できないのが明らかである。そのため、追加的な浄水場の建設やサブシステム間で水を融通するシステムの強化が計画・実施されつつある。

(4) 上水道マスタープランとバイシャーダ・サンチスタ地域の水資源量

当該地域における上水道システム強化のため、1995年に策定された最初の上水道マスタープラン (Plan director de abastecimento de agua da Baixada Santista) は以下のように更新されている。ただし、現在実施中の更新は2022年に終了予定であり、現時点でも水道施設の整備は2011年の更新マスタープランを基本として進められている。

- 2011年の更新マスタープラン：Revisão é Actualização plan Plan director de abastecimento de agua da Baixada Santista (以降、「2011MP」と呼ぶ)
- 現在更新作業中のマスタープラン：Revisão e Actualização do Plano Diretor de Abastecimento de água e Elaboração do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana da Baixada Santista, 2021 (no prelo) (以降、「2021MP」と呼ぶ)

2011MP では対象地域内の水資源賦存量を調査しており、水道水源として既設及び計画取水地点40カ所の水源賦存量を評価している²²。この評価では、利用可能な水量については10年渇水確率流量 (Q_{7-10})²³ と「7日間流量の95%流量 (Q_{95})²⁴」を用いている。一方の水需要は2010年より2050年まで5年ごとの夏季水需要 (1月—2月) を採用している。

バイシャーダ・サンチスタ地域のサブシステムはそのすべてが各水源 (=河川流域) 別に完全に独立した水道システムを構築しているわけではなく、一部では流域間融通を行うことで水資源賦存量・水需要の局所的なアンバランスを地域全体で解消または緩和している。

2011MP の水供給・需要バランスの評価結果は表 4.12 に示した。同表では、必要とされる水供給量 (利用する水量：需要側) として各取水施設の認可取水量と浄水容量を、水資源賦存量 (利用可能な水量：供給側) として「7日間流量に基づく10年渇水確率流量 (Q_{7-10})」を抜粋して比較している。表 4.12 から分かるように、Mambu-Branco サブシステムと Itapanhaú サブシステムを除

¹⁹Jurubatuba 浄水場の拡張：2021年稼働開始予定、新設 Cava da Pedreira 原水貯水池：2021年9月時点で入札中

²⁰ Serviços de Engenharia Consultiva para Elaboração de Estudos e Projeto Executivo de Ampliação dos Sistemas de Abastecimento de Água Bertiooga – Centro e Itapanhaú, no município de Bertiooga, 2016

²² 河川流域分布図、及び2011MPが行った水資源賦存量評価の詳細は添付資料 4.3 参照

²³ 連続する7日間の平均流量データをもとに、確率計算 (非超過確率) より求められる10年に1回程度の確率で発生する渇水流量

²⁴ 同じく連続する7日間の平均流量データをもとに、95% (1年を通じて355日) はこれを下回らない流量

き、各サブシステムの認可取水量と浄水容量は水資源賦存量と同じかそれ以上である。すなわち、バイシャーダ・サンチスタ地域では、取水・浄水施設は10年渴水を許容する容量で計画されている。したがって10年渴水時では計画取水・浄水量を満たすことができず、水供給不足が生じることとなる。

4.2.2 浄水施設の整備状況及び稼働状況

(1) 浄水施設の整備状況

表4.13に、バイシャーダ・サンチスタ地域に存在するSABESPの浄水施設の一覧を示す。本事業の対象はペレイベ市、プライア・グランデ市への送配水施設であり、その水源はいずれも、浄水能力3,200L/秒への拡張工事が実施中のMambu-Branco浄水場とMelvi浄水場である。

表4.13 既存浄水施設の諸元

水源		浄水システム (2011 時点)		現状	
市	浄水場/ 河川名	浄水方式	浄水量 (L/秒)	浄水方式	浄水量 (L/秒)
ペレイベ	Guaraú-Peruibe	滅菌、フッ化物添加、pH 調整	180	凝集沈殿、ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	250
	Guaraúzinho-Guarau	滅菌、フッ化物添加	18	凝集沈殿、ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	25
イタニャエン	Mambú-Branco	滅菌、フッ化物添加、pH 調整 (既設 Mambu)	820	前沈殿、凝集沈殿、フロート式ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	1,600/ 3,200*1
モンガグア	Antas	滅菌、フッ化物添加、pH 調整	76	ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	90
プライア・グランデ	Melvi	滅菌、フッ化物添加、pH 調整	773	滅菌、pH 調整、フッ化物添加 (ろ過施設設置の計画がある)	1,600
サン・ピセンテ	Itú	滅菌、フッ化物添加、pH 調整	113	凝集沈殿、ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	200
サントス、サン・ピセンテ、クバトン	Pilões	凝集沈殿、ろ過	600	凝集沈殿、ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	600
	Cubatão	凝集沈殿、ろ過	3,950	凝集沈殿、ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	4,200/ 5,500*2
グアルジャ	Jurubatuba	滅菌、フッ化物添加、pH 調整	1,083	凝集沈殿、ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	2,000/ 2,500*3
バルチオガ	Caruara	滅菌、フッ化物添加	22	ろ過、滅菌、フッ化物添加	25
	Furnas/Pelaes	滅菌、フッ化物添加、pH 調整	120	凝集、ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	180
	Itapanhaú	UF 膜	130	Modulo 1: 120 L/秒: 沈砂池、凝集沈殿、ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加 Modulo 2: 100 L/秒、UF 膜	220
	São Lourenço	滅菌、フッ化物添加	25	UF 膜追加	25
	Boracéia	滅菌、フッ化物添加、pH 調整	58	凝集、圧力ろ過、滅菌、pH 調整、フッ化物添加	60

*1: 既存 Mambú Intake での最大取水流量は 820L/秒。Mambu-Branco システム (円借款対象施設はこのシステムの末端位置する) として実施中の浄水場計画容量は最終的に 3,200L/秒となり (2022 年完工予定)、そのうち第 1 期で 1,600L/秒を 2013 年に実施済み。

*2: 主要浄水施設 (凝集沈殿、ろ過) は 5,500L/秒まで拡張済み。急速混合装置とスラッジ処理装置は 4,200L/秒の容量。

*3: 容量 2,500L/秒容量に拡張予定

出典: Plan Director de Abastecimento de Água da Baixada Santista (2011MP)、Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de água e Elaboração do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana da Baixada Santista (現在行われている既存マスタープランレビュー業務) の資料および SABESP へのヒアリング

2011MP の作成当時、14 か所の既設浄水場のうち Cubatão、Pilões、Itapanhaú の3 浄水場以外は簡易浄水（滅菌、pH 調整及びフッ化添加）のみ実施していた。その後、2011MP は全ての浄水施設に凝集沈殿池、ろ過施設またはその両方を導入する計画を立案した。これは、浄水処理の改善を求めた 2004 年法律 518 号及び条例 Portaria 2,914/2011（Ministério da Saúde）が施行され、これらにより新設、既存浄水場を問わず浄水施設の整備・改善が促されたものと考えられる。

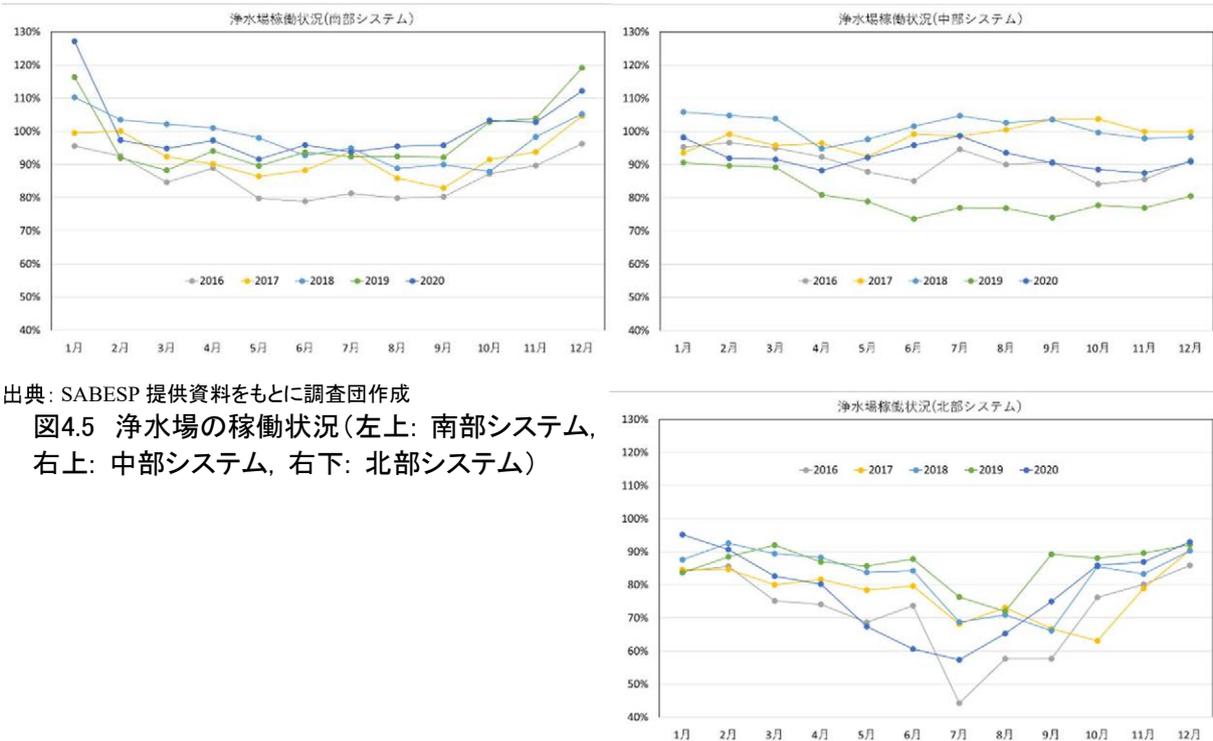
表 4.13 に示す浄水処理のうち、プライア・グランデ市に給水を行っている Melvi 浄水場はろ過施設設置の計画があるものの、現状は対象地域内で唯一ろ過処理が行われていない。すなわち、法律 518 号第 23 条で定められている「表流水源から供給されるすべての飲料水は、ろ過による処理を含まなければならない」に準拠していない状況である。

(2) 浄水施設の稼働状況

水源の一つである Cubatão 川へは、サンパウロ市 Billings 湖からの流域変更による水力発電後の転流水が流入している。Billings 湖はサンパウロ市内の十分に下水処理されていない流入水により汚染されており、この汚染水が混入する Henry Borden 発電所より下流で取水している Cubatão 浄水場での処理水はときに臭気、色度が残ることが以前は頻繁にあったが現在は浄水処理が適切に実施され、4.2.5 (3)で後述するように高い浄水水質基準適合率を達成している。

SABESP より入手した各浄水場の 2016 年から 2020 年までの月別運転記録と浄水容量から、浄水場の稼働率を南部、中部、北部システムごとに図 4.5 にグラフ化した。

水供給能力が北部システムよりも逼迫している南部、中部システムは、夏季の 12 月から 2 月にかけては浄水量が浄水場公称能力を超過する年もあり過負荷運転となっている。一方、冬季の非ピーク月は浄水場公称能力の 70%から 80%の稼働率である。2011MP の水需要予測によると、夏季ピーク時の水需要は冬季需要の約 67%増であるが南部システムと中部システムの浄水記録では、ピーク時の浄水量は冬季の 167%に著しく劣る。そのため、取水・浄水量の限界により夏場の需要に浄水能力が対応できていないことが推察される。一方北部システムは夏季ピーク時でも稼働率は 100%をわずかに上回る程度であり、南部は、中部システムほどの過負荷運転ではない。また、夏季ピーク時の浄水量は非ピーク月の浄水量に 150%以上となっている年があり、近年でも夏季のピーク需要に対応できていることが推察される。



出典：SABESP 提供資料をもとに調査団作成

図4.5 浄水場の稼働状況(左上: 南部システム, 右上: 中部システム, 右下: 北部システム)

(3) 2014—2015 年の「水危機」

サンパウロ州は 2014 年から 15 年にかけて大規模な渇水に見舞われた。通常降雨は春季、夏季の 10 月から 2 月に集中するが、2013 年 10 月から 2014 年 2 月までは著しい少雨であった。サンパウロ都市圏の主要水源をもつカンタレイラ地域では、雨期には通常平均 995mm の降雨量があるがこの期間は半分以下の 444 mm の記録しかなく、さらに 2015 年の初頭まで平均値をかなり下回る少雨が継続した。ブラジル南東部においては 1953 年大渇水の記録があるが、これを上回る統計が始まって以来類を見ない最も深刻な渇水であった。

この原因を CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) は、2013 年 10 月から 14 年 2 月までの春夏にかけて、持続的に高気圧帯が形成され、同地域に降雨をもたらす主要な前線（通常アマゾン、南大西洋収束帯及び南極の寒冷前線から発生する）を遮断したことによるものと概説している。

サンパウロ都市圏では、貯水池の低水位以下からの取水を可能にすべく新たな取水口の設置、貯水池間を連結また導水ポンプ・バルブ操作により少ない原水を最大限融通する等、緊急施設的対策によりこの渇水危機に対応した。効果を上げた一つの非施設的対策として「従量料金制の導入」が挙げられる。この水使用量に応じて水道料金単価を上げる料金体系が使用量削減に大きく寄与した。2015 年 5 月には 83%の消費者に節水効果をもたらし、サンパウロ首都圏全体で 6.2 m³/s（日量 536,000 m³）の節水効果があったと報告されている。

バイシャーダ・サンチスタ地域のすべての水道システムすべてがこの影響を受けた。河川流量の減少は上水道水源の逼迫に顕著であった。前述のように、大きな上水道水源の一つである Cubatão 川への Billings 湖からの水力発電用転流水も大きく減少した。

SABESP はバイシャーダ・サンチスタ地域においては以下の渇水対策を講じた。

- a. 大口消費者に対する節水啓蒙活動 — 節水方法の直接指導、その対策設置検査
- b. 無収水低減プログラム — 減圧バルブの設置、水圧制御を考慮した配水ゾーンの見直し、ポンプ運転の最適化、音響漏水探知実施、漏水探知タスクフォース設立、配水管網のリハビリテーション、各戸接続管の交換、漏水報告から対応までの時間の短縮
- c. 一般消費者への啓蒙活動 — 水使用量削減のための意識向上キャンペーン、節水のための講義やトレーニング、公共施設での水使用量削減のための公共団体との協力活動、など

4.2.3 送配水施設の整備状況

4.2.1 及び 4.2.2 に記述したように、各サブシステムの取水、浄水施設は海岸山脈から大西洋へと流れ出る河川の上中流域に位置している。一方、配水エリアである各市の都市部はクバトン市とサン・ピセンテ市内陸部を除き沿岸部に位置しており、送水管路により浄水施設と結ばれている。バルチオガ市を除き、各サブシステムは送水施設または配水網で連結されており、特に、南部システムは沿岸部沿いの送水管が相互融通機能を有している（図 4.4 参照）。

Mambu-Branco サブシステムは南部システム 5 市のすべてを給水対象としている²⁵。また、Systema Integrado サブシステムを構成する Pilões 浄水施設と Cubatão 浄水施設は中部システムの水源でもあるが、現況では南部システムに水不足が生じた場合の緊急送水の水源でもある。

表 4.14 に示すように、バイシャーダ・サンチスタ地域の送水管延長は、南部システムで延長 179.7 km、中部システムで 188.7 km、北部システムで 74.6 km、総延長は 443.0 km である。また、配水管路は総延長 6,755 km（南部：3,269 km、中部：2,361 km、北部 1,124 km）である。

表4.14 各市の既存送配水管延長

市/地域	送水管		配水管	
	延長 (m)	口径 (mm)	延長 (m)*	口径 (mm)
ペルイベ	26,402	500	515,392	50 ~ 600
イタニャエン	101,715	200 ~ 1,500	860,343	50 ~ 700
プライア・グランデ	36,625	600 ~ 1,200	967,636	50 ~ 1,000
モンガグア	15,000	500 ~ 600	410,552	50 ~ 600
南部システム計	179,742	-	3,269,285	
クバトン	14,000	150 ~ 1,000	241,217	50 ~ 700
サン・ピセンテ	65,534	250 ~ 1,000	825,120	50 ~ 1,200
サントス	109,110	100 ~ 1,200	1,294,932	50 ~ 1,200
中部システム計	188,644	-	2,361,269	
グアルジャ	46,824	200 ~ 1,200	794,415	50 ~ 700
バルチオガ	27,815	150 ~ 400	329,799	50 ~ 700
北部システム計	74,639	-	1,124,214	
計	443,025		6,754,768	

*: 集計時期が異なるため配水管の延長は表 4.12 と延長がやや異なる
 出典: SABESP

配水池については、南部システムで配水池容量 223,350 m³（うち既存 117,350 m³、計画 106,000 m³）、中部システムで 168,440 m³（うち既存 160,440 m³、計画 8,000 m³）、北部システム 88,960 m³（うち既存 67,460 m³、計画 21,500 m³）、対象地域全体で 480,750 m³（既存 345,250 m³、計画 135,500 m³）となっている。5 章で後述する 2030 年の日最大水需要 112.5 万 m³/日（=4.7 万 m³/時）の約 10

²⁵ ただしサン・ピセンテ市へは緊急時の送水のみ

時間分の容量を持つこととなり、システム全体として適切な容量を持つものと判断する。表 4.15 に市別の既存配水池容量を示す。

表4.15 既存配水池の容量

市	サブシステム	配水池容量 (m³)
ペルイベ	Peruíbe - Guarau	15,000
	Guarauzinho	500
イタニャエン	Mambu-Branco	26,850
モンガグア	Antas	20,000
プライア・グランデ	Melvi	50,000
サン・ピセンテ (内陸部)	Itu	5,000
南部システム計		117,350
クバトン	Integrado	6,900
サントス		87,790
サン・ピセンテ (半島部)		65,750
中部システム計		160,440
グアルジャ	Jurubatuba	50,550
ベルチオガ	Caruara	80
	Furnas-Pelaes	5,900
	Itapanhaú	8,000
	São Lourenço	1,000
	Costa do Sol	1,330
	Boracéia	600
	Riviera*1	10,000
北部システム計		77,460 (67,460)*2
総計		355,250 (345,250)*2

*1: SABESP システム以外の民間施設 Associação dos Amigos da Riviera de São Lourenço – Departamento de Saneamento, 2021

*2: 上記 1 を除く SABESP のシステムの合計

出典: Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de água e Elaboração do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana da Baixada Santista (現在行われている既存マスタープランレビュー業務)の資料

4.2.4 送配水施設の監視制御

バイシャーダ・サンチスタ地域の送配水システムの監視・制御は、サントス市に設置された監視制御センター (Centro de Controle Operacional : CCO) において一元的に 24 時間体制で実施されている。CCO は一般的な遠方監視制御 (Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA) の一般的な機能に加えて、データベースの作成機能、エンジニアや管理者がウェブブラウザからデータにアクセスできる機能を有している。各施設と CCO のあいだの通信には以下の方式が併用されている。

- プライベートライン (Linhas privadas : LP) : 機器間のデータ通信に使用される専用のダイヤルアップ電話回線。すでに廃れてしまった技術だが、バイシャーダ・サンチスタ地域ではいまだ残存している。
- GPRS/3G/4G : モバイル機器と同様の 3G または 4G ネットワークを介したデータ送信で、契約事業者が SABESP 専用の仮想プライベートネットワーク (VPN) を介している。
- イーサネット: 固定インターネットと同様の MPLS リンクによるイーサネットネットワークを介したデータ伝送。ただし、契約事業者による SABESP 専用の VPN を介している。
- 無線 : 電波塔、アンテナ、中継局、集線局、無線モデムなどの SABESP 独自のインフラを利用した、400 MHz または 900 MHz の無線信号によるデータ伝送を行っている。

現在、SABESPはCCOで運用されているシステムの更新を進めている。これにより上下水道施設の運転管理レポートが自動的に抽出され、運転管理状況の分析とシステム改善計画が可能になり、適切なタイミングでの修繕やメンテナンスが実施されることが期待されている。

4.2.5 水質管理システムの現状

(1) ブラジル国の飲用水水質基準

ブラジル国の飲用水水質基準は行政規定 GM/MS N°888/2021 において定められている。ブラジル国の飲用水水質基準における主な指標の基準値と世界保健機関(World Health Organization: WHO)の飲料水水質ガイドライン (Guidelines for Drinking-water Quality : GDWQ) における基準値の比較を表 4.16 に示す。ブラジル国の基準は、健康への直接的な影響のない塩素イオン、色度、濁度の基準値が高めに設定されている一方で、硬度、水銀や硝酸など健康への影響がある指標については厳しめの設定となっているのが特徴である。

表4.16 ブラジル国の飲用水水質基準における主な指標の基準値、及び WHO 飲用水水質ガイドラインとの比較

指標	単位	行政規定 GM/MS N°888/2021	WHO
		最大許容値	最大許容値
アルミニウム	mg/L	0.2	0.1
塩化物	mg/L	250	200
色度	uH*1	15	5
硬度	mg/L	300	500
鉄	mg/L	0.3	0.3
濁度	NTU*2	5	1.5 NTU
遊離残留塩素	mg/L	5	0.5 – 1.5
全溶解固形物(TDS)	mg/L	500	1000
無機水銀	mg/L	0.001	0.006
硝酸塩(NO3 ⁻)	mg/L	10	50
亜硝酸塩(No2 ⁻)	mg/L	1	3
大腸菌及び大腸菌群	(MPN/100 mL)	100 mL 中に検出されないこと	0
味覚・嗅覚	強度	6	異常でないこと

*1: Hazen units (mgPt-Co/L).

*2: Nephelometric Turbidity Units

出典: ブラジル国の飲用水水質基準(行政規定 GM/MS N°888/2021)および WHO 飲用水水質ガイドライン

(2) SABESP による水質管理体制

バイシャーダ・サンチスタ地域における水質管理は、市民が消費する水の水質管理と監視について定めた連邦法 (Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 – MS) および州法 (Resolução SS65/2016 – SP) に従って行われている。

これらの法令に従い SABESP は浄水場、配水池、配水管網においてサンプリングを行い、物理的、化学的、無機、有機的、生物学的および微生物の水質指標につき、自らが認定した試験機関で定期的に分析を行っている。

また、各浄水場では基本的な水質指標 (pH、色度、フッ化物、残留塩素および濁度) を 1 時間ごとに採取し分析を行っている。分析結果は SABESP の衛生管理部門へ送付され、異常値が検知された場合はコンピュータ化された自動メッセージを通じて各運転部門へ通知され、是正措置が

迅速に提供される体制となっている。

これらの水質モニタリングの結果は最終的に保健省に報告され、水質監視システム SISAGUA (Sistema de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano) を通じて保健当局と他ステークホルダーに提供されることとなっている。

バイシャーダ・サンチスタ地域では、全ての浄水場において、洪水時及び雨期における原水の水質悪化（高濁度化）が問題となっている。主に1月から3月にかけて発生する大雨の際に原水の濁度が上昇し、多くの既存サブシステムでは所定の処理水質を維持できるレベルに濁度が戻るまで取水量を制限し、浄水処理システムを停止する必要性が生じている。

(3) 水質の現状

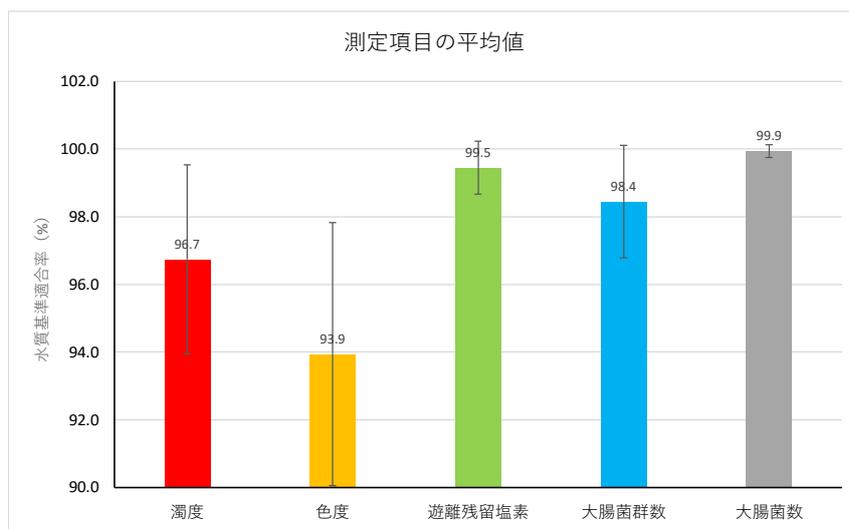
SABESP が行った 2020 年の水質モニタリング結果を表 4.17 および図 4.6 に示す。色度の水質基準適合率が比較的低い (94.36%) もの、大腸菌群数、大腸菌ともに 99%程度以上の適合率となっており、衛生面で優れた水質であると評価できる。

表4.17 バイシャーダ・サンチスタ地域における 2020 年の配水水質モニタリング結果
(市ごと、水源ごと)

市	水源 (サブシステム)	濁度	色度	遊離残留塩素	大腸菌群数	大腸菌数
		基準達成率% (サンプル数)	基準達成率% (サンプル数)	基準達成率% (サンプル数)	基準達成率% (サンプル数)	基準達成率% (サンプル数)
ベルチオガ	BORACÉIA-BERTIOGA	96.8 (126)	93.6 (125)	98.4 (127)	95.2 (126)	99.2 (126)
	BORACÉIA	99.2 (127)	93.7 (126)	97.7 (128)	96.1 (127)	100.0 (127)
	COSTA DO SOL	93.0 (129)	89.0 (127)	99.2 (129)	97.7 (129)	100.0 (129)
	FURNAS-PELAES	92.7 (341)	92.5 (133)	98.2 (341)	99.7 (341)	100.0 (341)
	P.C. SÃO LOURENÇO	99.2 (125)	99.2 (124)	100.0 (125)	100.0 (125)	100.0 (125)
クバトン	BORACÉIA-BERTIOGA	99.7 (1,012)	94.0 (281)	100.0 (1,012)	99.5 (1,012)	100.0 (1,012)
グアルジャ	JURUBATUBA	96.8 (1,549)	96.7 (492)	99.8 (1,548)	99.0 (1,548)	99.9 (1,548)
イタニャエン	MAMBU/BRANCO	91.5 (977)	83.5 (242)	99.9 (978)	99.0 (977)	99.9 (977)
モンガグア	ANTAS / MAMBU BRANCO	97.6 (698)	91.6 (154)	100.0 (699)	98.6 (698)	100.0 (698)
ペルイベ	P.C. GUARAUZINHO	97.7 (130)	100.0 (129)	100.0 (130)	99.2 (130)	100.0 (130)
	P.C. PERUIBE / MAMBU BRANCO	98.6 (785)	95.8 (214)	99.0 (785)	99.5 (785)	100.0 (785)
プライア・ グランデ	PC MELVI/ETA 1 - PILÕES/ ETA 3 CUBATÃO/ETA M.BRA	95.5 (2,083)	93.7 (670)	100.0 (2,084)	97.2 (2,083)	100.0 (2,083)
サントス	CARUARA	91.7 (133)	91.7 (132)	98.5 (135)	94.7 (133)	100.0 (133)
	ETA 3 CUBATÃO	98.5 (2,386)	94.9 (722)	100.0 (2,387)	99.4 (2,384)	100.0 (2,384)
	PIAÇAGUERA - MONTE CABRÃO P.C.	98.4 (126)	93.5 (124)	100.0 (126)	100.0 (126)	100.0 (126)
サン・ ビセンテ	ETA 3 SÃO VICENTE	98.9 (1,717)	96.5 (545)	100.0 (1,717)	99.5 (1,716)	100.0 (1,716)
	ITU/PC.MELVI / MAMBU BRANCO	98.8 (1,055)	97.2 (289)	99.9 (1,055)	99.2 (1,055)	100.0 (1,055)
合計		97.18 (13,499)	94.36 (4,629)	99.80 (13,506)	98.84 (13,495)	99.97 (13,495)

基準達成率は 99.0%~99.9%: 緑色、95.0%~98.9%: 黄色、90.0%~94.9%: オレンジ色、90.0%未満: 赤色として示す。

出典: SABESP の水質モニタリング結果 (Qualidade da Água Distribuída por Sistema de Abastecimento, 2020 年) に基づいて調査団作成



出典：SABESP の水質モニタリング結果 (Qualidade da Água Distribuída por Sistema de Abastecimento, 2020 年) に基づいて調査団作成
図4.6 バイシャーダ・サンチスタ地域全体の配水水質基準の適合率

4.2.6 水圧管理システムの現状

SABESP から入手した情報では、バイシャーダ・サンチスタ地域では 85 箇所の流量監視点があり、29 箇所の減圧弁、3 箇所の圧力計がある。しかしこれらはサントス市に集中しており、本事業の対象となっている南部システムの配水ネットワーク内では水圧の監視は行われていない。

本事業における上水道コンポーネントは、SABESP の地域オペレーション部門からの報告を受け、ペレイベ市とプライア・グランデ市で「夏季ピーク時に断続的に水圧が低くなる」ことから計画されている。しかし、これらの地域で水圧が低いことを示すモニタリングデータはない。

4.2.7 無収水管理システムの現状

(1) 現状

表 4.11 に示したようにバイシャーダ・サンチスタ地域の無収水率は地域全体で 46.6% と高い。ただし、本事業の対象である南部システムのペレイベ市の無収水率は 32.9%、プライア・グランデ市では 36.6% と対象地区内では比較的良好な数値を示している。

(2) SABESP の対策

SABESP は配水区の設定と区域ごとの水圧・水量の監視制御 (Distritos de Medição e Controle : DMC)、導水・送水管の交換、マイクロメーターの交換、配水管の交換、配水区割り再構築化 (配水区適正化)、違法接続の監視・是正、漏水検知、水圧管理の改善、マスターメーターの修理・交換 (メンテナンス)、減圧弁と圧力モニタリングポイントの設置などを行っている。

2014 から 2020 年にかけて円借款 BZ-P19 が実施された。世界で最も損失率の低い水道システムを持つ日本からの技術移転が行われ有意義なものであった。添付資料 4.4 に円借款により実施さ

れた水損失削減対策を示す。

SABESP は、損失の管理と制御に必要な指標をモニターするために、情報システム「Sistema de Gestão de Perdas - SGP」を利用している。主な指標としては、国際水協会（IWA）が推奨する「接続あたりの損失指数」が使われており、これは物理的および非物理的な損失の合計額を接続数で割った1日の量に相当する。

配水損失指標（1 接続 1 日あたりの損失水量）（índice de perdas na distribuição : IPDt）

$$IPDt (L/接続/日) = (V_{prod} - V_{micromed} - V_{usos}) / NLA$$

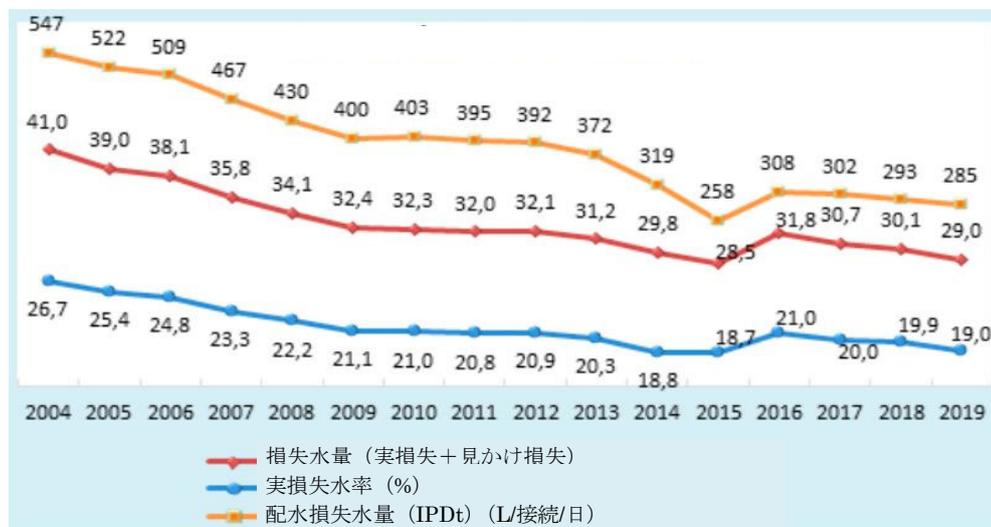
V_{prod} = 浄水場での生産量

$V_{micromed}$ = 水道メーターでの測定量

V_{usos} = 稼働時、緊急時、社会的利用（スラム街への供与）の量

NLA = アクティブな接続数

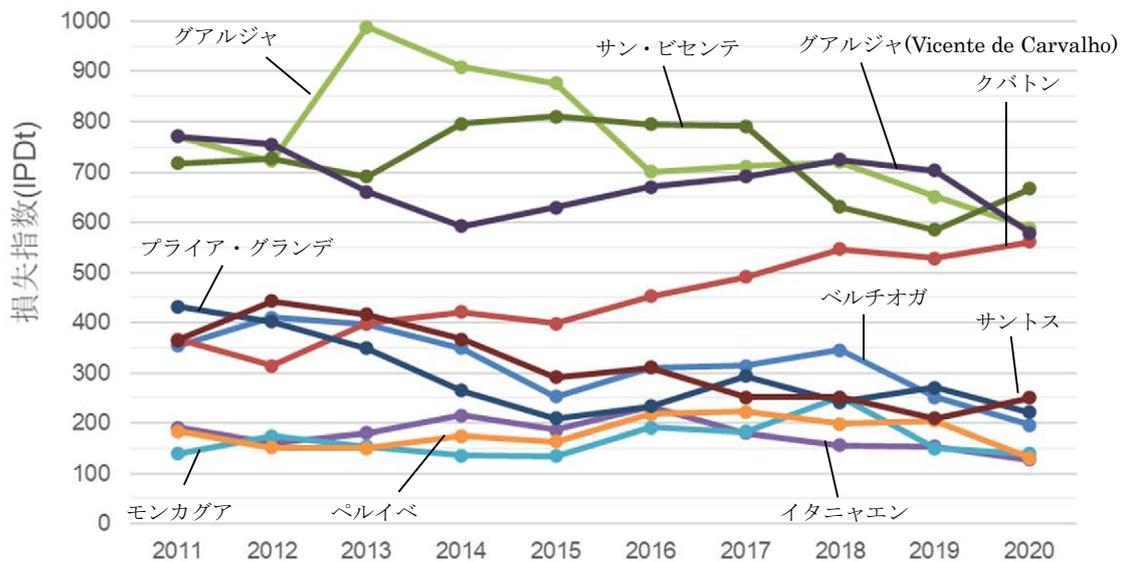
参考までに、図 4.7 に 2004 年から 2019 年までの SABESP サービスエリア全体における 3 つの損失指標の推移を示す。上の最初のオレンジ色は、上記式で計算された IPDt を、赤色が総損失（実損+見かけ上の損失）、青色が実損失を示している。また、図 4.8 に対象地域内各市別の IPDt の推移を示す。2020 年の各市の IPDt と 2020 年の接続数²⁷から地域全体の IPDt 値を算出すると 325L/接続/日となる。



出典: SABESP 提供資料

図4.7 SABESP のサービスエリア全体における無収水削減対策の効果

27 表 4.10 参照



出典：SABESP 提供資料をもとに調査団が作成。(添付資料4.4 表4.4.2のデータをもとに作成)

図4.8 バイシャーダ・サンチスタ地域各市における損失指数(IPDt)の推移

(3) IWA が提示する目安と SABESP の実績値の比較

SABESP 全体の IPDt (図 4.7) は、2004 年から 2019 年の間に減少している。このあいだ、2014 年と 2015 年にサンパウロ州を襲った水危機により供給される水量や水圧が減少しこれに伴い損失も減少したが、2016 年には再び増加している。損失水量削減の傾向は、SABESP が実施した無収水対策が寄与していると推定される。2009 年から 2012 年までの無収水対策初期段階では、約 12 億リアルが投資された。さらに 2013 年から 2019 年までは、円借款 (BZ - P19) により無収水対策が実施されている (添付資料 4.4 参照)。

しかし、図 4.8 に示す過去 10 年の傾向より、IPDt 削減の成果が全ての市で一様ではない。特に Cubatão 市では、2011 年から 2020 年のあいだに IPDt が倍以上に増加しており、他にも目立った改善が見られない市もある。すなわち図 4.7 に示した IPDt の大幅な改善は、消費水量の最も多い Santos 市での改善が大きく寄与していることが伺われる。

表 4.18 は IWA が無収水管理指標の一つとして推奨している物理的損失指標 (Physical loss performance) の目安である。SABESP が使用している IPDt が無収水全体を分母としているのに対し、この IWA の指標は物理的損失 (主に漏水) のみを分母としている。そのため SABESP の IPDt 値と物理的損失指標の目安を同列には扱えないが、バイシャーダ・サンチスタ全体の 2020 年の IPDt (325 L/接続/日) の 60%が物理的損失であったと仮定すると同地域の物理的損失指標は約 200 L/接続/日となる。配水網内の水圧を 20 m とすると²⁸この値は先進国水準でカテゴリー C または D、発展途上国水準でカテゴリー B または C である。また、市ごとに見るとカテゴリー D に分類される市もある。発展途上国水準での中程度はブラジル国の技術水準に見合ったものではなく、同地域が水不足の問題を抱えていることも鑑みるとバイシャーダ・サンチスタ地域の無収水対策は引

²⁸ SABESP へのヒアリングや社会調査の結果から普段でも断水や水圧不足が時折生じ、夏場はその頻度が増えている。そのため配水網の平均水圧は 20 m 程度以内と推定される

き続き大きな改善ニーズが残っている。全体的に平坦な地形で水圧管理が技術的に困難ではないことを考えると、先進国水準の категория-B に相当する 100 L/接続/日、すなわち現状の半分の損失指標を目指すべきと考えられる。

表4.18 IWA が提唱する物理的損失水準の目安

物理的損失指標の水準別カテゴリー	配水網の平均水圧に応じた物理的損失指標値の目安 (L/接続/日)				
	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
先進国					
A		< 50	< 75	< 100	< 125
B		50 - 100	75 - 150	100 - 200	125 - 250
C		100 - 200	150 - 300	200 - 400	250 - 500
D		> 200	> 300	> 400	> 500
発展途上国					
A	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
B	50 - 100	100 - 200	150 - 300	200 - 400	250 - 500
C	100 - 200	200 - 400	300 - 600	400 - 800	500 - 1,000
D	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1,000

* カテゴリーA: 水不足が生じていない限り不経済となる可能性があり、更なる損失水削減の実施には慎重な費用対効果の検討が必要である。カテゴリーB: 水圧管理、漏水管理、配水管網の維持管理によって更に漏水を削減できる可能性がある。カテゴリーC: 漏水管理が不良であり、水資源が豊富で安価である場合は受容し得るが漏水源の特定と集中的な漏水削減努力が必要である。カテゴリーD: 漏水管理が行えておらず、漏水削減プログラムの実施が不可欠で高い優先度にある

出典: R Liemberger and R. McKenzie, "Accuracy Limitations of the ILI: Is It an Appropriate Indicator for Developing Countries?"

4.3 調査対象地域における下水道施設の整備及び運転維持管理の現状

4.3.1 下水処理施設の整備状況及び稼働状況

(1) 下水処理場の整備状況と稼働状況

本調査対象の 10 か所の下水処理場について、SABESP より入手した 2020 年 3 月～2021 年 2 月までの BOD (Biological Oxidation Demand)、流量データ²⁹をもとに下水処理場の稼働状況を表 4.19 に示す (各下水処理場の位置図は後述の図 5.2 に示す)。下水処理方法には回分式活性汚泥法と UNITANK³⁰が採用されている。Unitank 活性汚泥法は、SABESP のサービスエリア全体で Anchieta 下水処理場を含め 4 つの下水処理場で採用されている。

表4.19 下水処理場の稼働状況の概要(2020年3月から2021年2月)

下水処理場	運転開始年	下水処理方法	既存処理能力(L/秒)	平均流入量(L/秒)	平均稼働率	流入 BOD		放流 BOD	
						平均濃度(mg/L)	評価*	平均濃度(mg/L)	評価*
1) P1	2010	回分式	143	224.4	157%	75	--	8	基準内
2) P2	2013	回分式	91	74.4	82%	47	平均値が排水基準以下	4	基準内
3) Guapiranga	2010	回分式	223	74.1	33%	114	-	4	基準内
4) Anchieta	2002	UNI TANK	93	177.4	191%	127	-	96	平均値が基準外
5) Bichoro	2000	回分式	90	62.5	69%	57	平均値が排水基準以下	11	基準内

²⁹ 2020 年 3 月から 2021 年 2 月までの水質データ、流量データは添付資料 4.5 参照

³⁰ UNITANK はベルギーで開発された下水処理方式で、回分式活性汚泥法の変法の 1 つである

下水処理場	運転開始年	下水処理方法	既存処理能力(L/秒)	平均流入量(L/秒)	平均稼働率	流入 BOD		放流 BOD	
						平均濃度(mg/L)	評価*	平均濃度(mg/L)	評価*
6) Barigui	2010	回分式	149	151.9	102%	89	-	88	平均値が基準外
7) Casquero	2011	回分式	78	76.5	98%	245	-	9	基準内
8) Carvalho	2017	回分式	153	211.8	138%	243	-	16	基準内
9) Centro	1997	回分式	181	100.4	56%	163	-	20	基準内
10) Vista Linda	2010	回分式	153	150.8	98%	54	平均値が排水基準以下	11	基準内

* :Sao Paulo Legislation – Decreto Estadual 8.468/1976 の放流水質基準、BOD 60 mg/L と比較して評価

■ : 平均流入水量が既存処理能力を超過または平均放流 BOD 濃度が排水水質基準値を超過

■ : 平均流入水量が既存処理能力を時々超過

■ : 流入 BOD 濃度の平均値が排水水質基準値以下

出典: SABESP 提供資料をもとに調査団作成

なお、排水水質基準には連邦政府の基準「連邦法 CONAMA 357/2005 及び CONAMA 430/2011」とサンパウロ州の上乗せ基準「サンパウロ州法律 No 8,468/1976」がある³¹。したがって、バイシヤード・サンチスタの下水処理場は表 4.20 に示す排水水質基準の両方を守る必要がある。下水道の事業者などが排水水質基準を満たさなかった場合、CETESB はその事業者等に罰金を課すことがある³²。

表4.20 対象地域における下水処理場の排水水質基準

基準	排水基準（下の全ての条件を満たす必要がある）
連邦法 CONAMA 357/2005 及び CONAMA 430/2011	<ul style="list-style-type: none"> BOD – 最低 60%を除去、ただし 120 mg/L を超過してはならない DO – 5 mg O₂/L N-NH₃ – 20.0 mg/L
サンパウロ州法律 No 8,468/1976	<ul style="list-style-type: none"> BOD – 最大 60 mg/L。ただし、除去率が 80%を上回っていれば 60 mg/L を超過してもよい

出典: 連邦法 Conama 357/2005-430/2011、州法律 No. 8,468/1976

下水処理場の整備状況と稼働状況について以下に概要を述べる。

- 本事業の対象である既存下水処理場は Anchieta 下水処理場を除き回分式活性汚泥法が採用されており、Anchieta 下水処理場では Unitank 活性汚泥法が採用されている。
- P1 下水処理場、Anchieta 下水処理場、Barigui 下水処理場、Carvalho 下水処理場の 4 場では、下水の年間平均流入量が処理能力を超えている。P1 下水処理場、Casquero 下水処理場、Vista Lianda 下水処理場の 3 場では夏季の月平均流入下水量が処理能力を超えている。一方、Guapiranga 下水処理場は夏季でも処理能力の半分以下の下水量しか流入していない。
- Anchieta 下水処理場では、2020/2021 年の 8 度の水質測定結果のうち 6 度、Barigui 下水処理場では 2020/2021 年の 8 度の水質測定結果のうち 5 度が排水基準（BOD 60 mg/L 以下）を満たしていない。また、平均でも水質基準値を大きく上回っている。他の処理場での BOD 除去率は高く、基準を満たしている。
- P2 下水処理場、Bichoro 下水処理場、Vista Linda 下水処理場では、流入下水の平均 BOD 濃度が排水基準以下（60mg/L 以下）であり、処理場に流入する経路中での地下水や雨水の浸

³¹ 水質基準の詳細は添付資料 4.6 参照

³² 1976 年州法律 8.468/1976 (Título VI -Da fiscalização e das Sanções)

透量が非常に多いと推察される。一方で、Casquero 下水処理場、Carvalho 下水処理場の流入下水の平均 BOD 濃度は約 250 mg/L であり、一般的な下水処理場の流入 BOD 濃度に近い。この二つの処理場については良好な処理水質が得られている。活性汚泥法では、下水中の BOD 濃度が低い（有機物が少ない）と活性汚泥がうまく働かない場合があり、流入濃度が高い下水処理場の方が良好な処理水質が得られているのは自然である。

- ただし、4.4.1 (2)で後述するように SABESP の水質モニタリングは頻度が少なく分析結果にも不整合が散見される。したがって、排水水質基準を満足しているとされている下水処理場においても実際に水質基準適合率が高いかは明確でない。

(2) 下水処理場の土木構造物の現況

対象の下水処理場は建設からの経過年数が 4 年から 24 年である（2021 年時点）。鉄筋コンクリートの耐久性より土木躯体は 50 年の耐用年数とされおり、一般的にはまだ 20 年から 40 年以上の残存耐用年数がある。

実際、各下水処理場の躯体は 2021 年 7 月に本業務で実施した現場踏査においても概ね健全であることが確認された。手すりや階段など金属部分に目立った錆びが認められたものの、躯体の耐力に影響を与えるコンクリートのひび割れや鉄筋の腐食は認められない。下に、既存下水処理場で最も経過年数の長い Centro 下水処理場の構造物の現況写真を示す。



写真の出典：調査団撮影

図4.9 Centro 下水処理場の躯体の現況

(3) 下水処理場の機械電気設備の現況

コンセプト・スタディに記載されている 2019 年当時の現状報告によると、表 4.21 に示すように、対象 10 か所の下水処理場全てで機械電気設備の不具合が報告されている。また、本調査では 2021 年 7 月に対象 10 か所の下水処理場の現地調査を行った。2021 年 7 月の調査結果の概要と 2019 年当時との比較を表 4.22 に示す³³。SABESP が行った修理や改修、および 2019 年 7 月以降に新たに生じた故障・不具合により、2019 年と 2021 年では設備の状況が異なっている。

³³ 2021 年 7 月の調査結果は添付資料 4.7 参照

スクリーンなど設備の故障は多くの砂を含んだ大量の雨水の流入による負荷が原因の1つではあるが、13.4.3 節で述べるように下水処理場の維持管理体制が不十分であることも大きな要因と考えられる。

表4.21 下水処理場の機電設備の不具合(2019年報告による)

設備の課題		下水処理場*										合計数
		1) ETE-P1	2) ETE-P2	3) Guapiranga	4) Anchieta	5) Bichoro	6) Barigui	7) Casquero	8) Carvalho	9) Centro	10) Vista Linda	
前処理	スクリーンの故障	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	8
	沈砂池の機能不全	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9
生物処理	エアレータの不具合							✓		✓		2
	散気管の不具合	✓					✓					2
	水中攪拌機の故障	✓	✓			✓			✓	✓		5
汚泥処理	フローティングデカンタの故障	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			8
	汚泥供給ポンプの故障	✓			✓		✓			✓		4
	汚泥脱水機の故障	✓			✓	✓	✓			✓	✓	6
	ポリマー注入設備の故障			✓		✓						2
その他	汚泥濃縮槽の機械設備の故障				✓			✓	✓		✓	3
	反応槽への砂の流入	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
	地盤沈下による管路の破損							✓				1

*: 「✓」は 不具合が報告されている項目を指す

出典: コンセプト・スタディをもとに調査団作成

表4.22 下水処理場の機電設備の課題(2021年報告による)

設備の課題		下水処理場*										合計数
		1) ETE-P1	2) ETE-P2	3) Guapiranga	4) Anchieta	5) Bichoro	6) Barigui	7) Casquero	8) Carvalho	9) Centro	10) Vista Linda	
前処理	スクリーンの故障				✓	✓		✓	✓	✓	✓	6(8)
	沈砂池の機能不全	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		6(9)
生物処理	エアレータの不具合					✓		✓				2(2)
	散気管の不具合	✓					✓		✓		✓	4(2)
	水中攪拌機の故障	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	8(5)
汚泥処理	フローティングデカンタの故障	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	8(8)
	汚泥供給ポンプの故障	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	7(4)
	汚泥脱水機の故障			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	7(6)
	ポリマー注入設備の故障	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓	7(2)
その他	汚泥濃縮槽の機械設備の故障				✓		✓	✓	✓	✓	✓	6(3)
	反応槽への砂の流入	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10(10)
	地盤沈下による管路の破損							✓	✓			2(1)

*: 「✓」は 課題が報告されている項目を指す

■ 2019年に比べ改善した箇所 ■ 2019年に比べ悪化した箇所

出典: 調査団作成

2019年の報告と2021年の現地調査結果を比べると、下記のように、改善した施設もあるが悪化した施設もある。2021年の主要施設の状況を図4.11から図4.14に示す。

- スクリーンの故障は2019年に8場で報告されていたが3場で改善している。しかし新たな故障が1場で報告されている。
- 沈砂池の機能不全は2019年に9場で報告されていたが2021年には4場で改善している。

しかし新たな不具合が1場で報告されている。

- 水中攪拌機の故障は2019年に5場で報告されていたが1場で改善している。しかし4場で新たな故障が報告されている。なお、Centro 下水処理場と Vista Linda 下水処理場の水中攪拌機は交換機材が既に納品されているにも関わらず、交換されずに下水処理場内の倉庫に保管されたままになっている。

対象10か所の下水処理場の機械施設の故障、不具合は慢性的であるが、表4.17で示したように Anchieta 下水処理場と Barigui 下水処理場以外の下水処理場では良好な排水水質が記録されている。ただし、SABESP から提供を受けたデータ数（添付資料4.5）は限られており、排水水質を評価するには十分な数ではないと言える。なお、コンセプト・スタディに掲載されている2016/2017年の報告（添付資料4.6参照）においても、Anchieta 下水処理場以外の下水処理場ではBODの排水基準は守られている。

(4) 放流先水域の状況

1) 有機物(BOD)、栄養塩(リン)

対象下水処理場の放流先（放流先の位置図は後述の7章、添付資料7.7の1.全体平面図参照）は環境水質基準の累計指定で類型2（River Class 2）の河川が4か所、類型3の河川が1か所、汽水水域類型1（River Class 1）の港が1か所、汽水類型1（Brackish water class）1の港が1か所、環境水質基準対象外の水路が1か所である。

2016/2017年の水質データ（添付資料4.6参照）によると、ほぼ全ての河川がBOD：5 mg/L以下、リン：0.1 mg/L以下等の基準値を頻繁に超過していた。一方、SABESPが下水処理場運営の一環としてモニタリングしている河川水質データによると、表4.23のように2016/2017年に比べ2020年は水質が改善している。しかし、Itanhaem川、Itapanhan川はほぼ環境水質基準を満たしているもののPetro River川、Aquapeu川、Cubatao川は基準を満たしていない。

全ての下水処理場は建設前にサンパウロ州環境公社（Companhia Ambiental do Estado de São Paulo：CETESB）から環境許可を取得している。CETESBは放流先水域の水質が環境基準を満足しているか否かや放流先水域の流量を加味して環境許可の審査を行うとされ、環境基準が満足されていない場合は放流水質への要求が高まることもある。しかし上で挙げた下水処理場では環境基準が満たされていない状況も勘案したうえで通常の放流水質基準が適用され、環境許可が下りている。

表4.23 放流先水域の水質と環境基準の比較

下水処理場	放流先	BOD		リン	
		評価	2020年濃度実績	評価	2020年濃度実績
(1) 河川類型2類水域					
1) ETE-P1	Preto 川	時々基準超過	3未満 - 7 mg/l	常に基準超過	0.33 - 0.46 mg/l
2) ETE-P2		基準内	3未満 - 3 mg/l	常に基準超過	0.18 - 2.08 mg/l
3) Guapiranga	Itanhaem 川	基準内	3未満 - 4 mg/l	基準内	0.03 - 0.04 mg/l
4) Anchieta		基準内	3 mg/l 未満	基準内	0.03 - 0.05 mg/l
6) Barigui	Aquapeu 川	時々基準超過	3未満 - 19 mg/l	時々基準内	0.02 - 0.21 mg/l
9) Centro	Itapanhan 川	時々基準超過	3未満 - 24 mg/l	基準内	0.02 未満 - 0.1 mg/l
10) Vista Linda		時々基準超過	3未満 - 13 mg/l	基準内	0.02 未満 - 0.09 mg/l
環境水質基準		5mg/L		0.1mg/L	
(2) 河川類型3類水域					
7) Casquero	Cubatao 川	時々基準超過	3未満 - 23 mg/l	時々基準内	0.03 - 0.57 mg/l
環境水質基準		10 mg/L		0.15 mg/L	
(3) 汽水類型1類水域					
8) Carvalho	Santos Stuary 港	-	3未満 - 8 mg/l	基準内	0.04 - 0.11 mg/l
環境水質基準		基準なし		0.124 mg/L	
(4) 環境基準適用外の水路					
5) Bichoro	水路	-	(データなし)	-	(データなし)
環境水質基準		適用外		適用外	

出典: SABESP 提供の水質データをもとに調査団作成

処理水放流先の河川等は上表のように環境基準を満足していないことが少なからず生じている。有機物やリンなどは生活排水、土砂や動物の死骸、農業・畜産・工業など経済活動など様々な要素に由来する。バイシャーダ・サンチスタ地域は農業、畜産は盛んではないが、肥沃な森林から流れ出る物質により自然に有機物やリンなどが高まっている可能性はある。

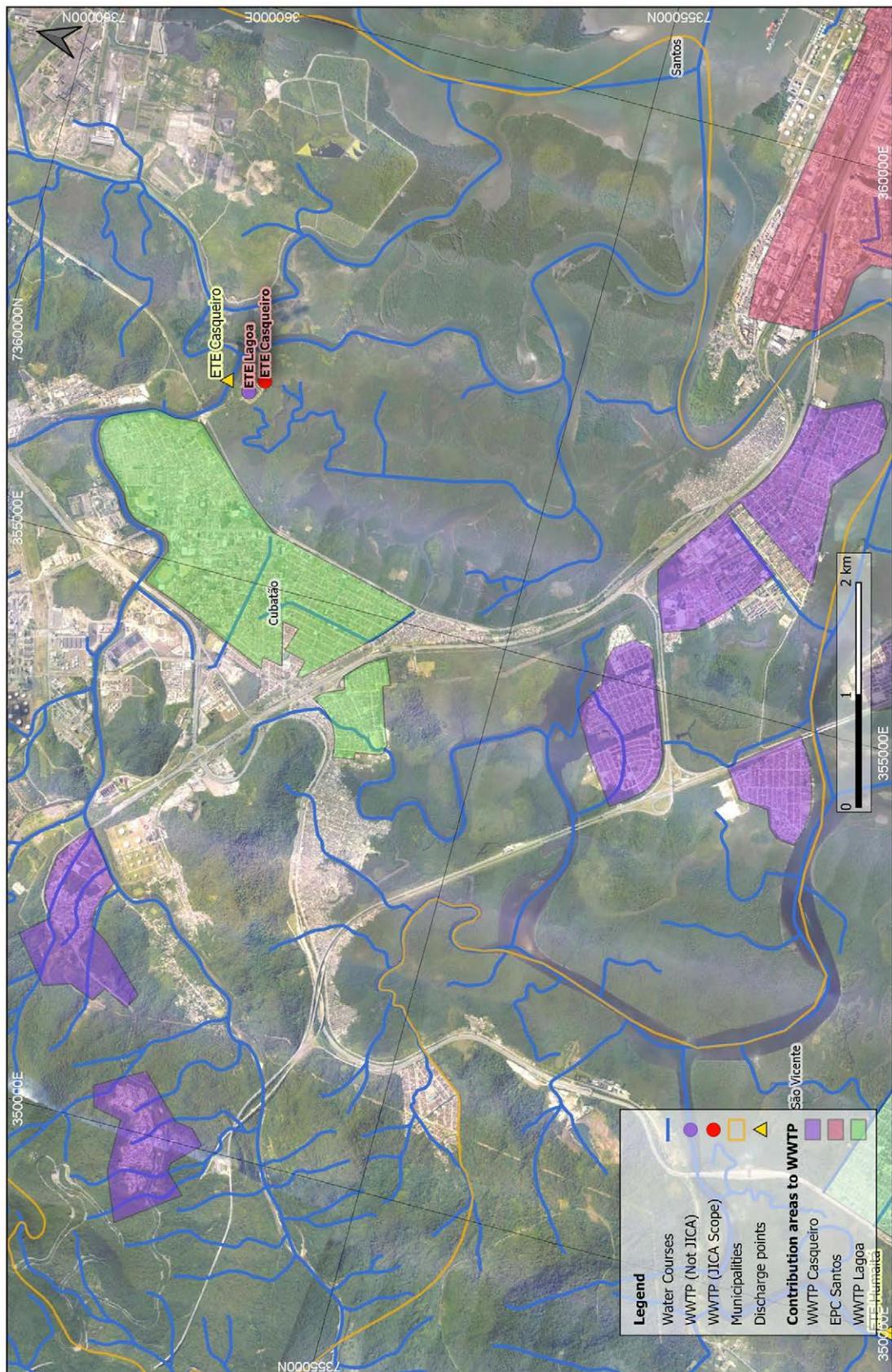
一方で、添付資料 4.9 に示す既存下水収集施設の整備状況図から分かるように下水収集施設は人口の多い沿岸部から整備しており、各河川の上流にある比較的小さな住居エリアには下水道が未整備である地域が多い。下水処理場は密な沿岸部を避けて河川の上流部に位置しているが、その更に上流に存在する住宅もあり、その生活排水が環境基準を超過させているケースもあると考えられる³⁴。また、自然や生活排水からの汚濁負荷流入がある場合でも、河川流量が大きい場合は河川水質への影響は表れない。Guapiranga 下水処理場および Anchieta 下水処理場の放流先である Itanhaem 川は大河川であり、様々な汚染源からの負荷を大きく希釈している可能性が高い。

下水処理場の放流先より上流に住宅があるケースの例として、最大 23 mg/L の BOD 濃度が検出されている Casqueiro 下水処理場の放流地点とその上流の土地利用状況を図 4.10 に示す。

SABESP が実施している下水道の整備は河川に放流される生活排水による汚濁負荷を削減し、河川水質の改善に寄与する。また、海岸から離れた地域には SABESP と市の契約において下水道事業の対象地域外となっている地域もある³⁵。そのような地域で新たな住宅地域が開発された場合には市と協議を行い、速やかに下水道整備エリアに組み込むことも環境改善の観点から必要である。しかし、下水道河川水中の有機物やリン等は自然由来のものも含まれるため、下水道接続が普及することでどれほど改善するかは不明である。

³⁴ 日本では河川に対するリンの規制はない。河川に対してもリンの環境基準を定めるブラジル国の基準はリン規制の観点からは日本よりも厳しいと言える

³⁵ 後出の添付資料 5.1 で示されている下水道計画エリア参照



出典：調査団作成

図4.10 Csqueiro 下水処理場の処理水放流地点とその上流の土地利用

2) 重金属

表 4.24 に、SABESP による有害重金属のモニタリング結果の概要を示す。有害とは言えない鉄やマンガン等も含めた重金属類のモニタリング結果の詳細は添付資料 4.8 に示す。表に示すように、下水処理場の放流先河川では環境基準を超過した重金属が時折検出されている。2020 年から 2021 年のあいだでは、下水処理場からの放流後に基準値を超過したケースはシアンが 1 度 (Vicente de Carvalho 下水処理場)、銅が 1 度 (Anchieta 下水処理場) である。また、下水処理場からの放流水でも重金属が検出されている (添付資料 4.8)。

表 4.24 既存下水処理場の放流先河川で環境基準を超過した有害重金属が検出された件数

下水処理場	環境基準を超過している回数							
	Cd	CN	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
	0.001 mg/L	0.005 mg/L	0.05 mg/L	0.05 mg/L	0.009 mg/L	0.025 mg/L	0.01 mg/L	0.18 mg/L
Anchieta	0	0	0	0	1	0	0	0
Barigui	0	0	0	0	0	0	0	0
Bichoro	0	0	0	0	0	0	1	0
Casqueiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Centro	0	0	0	0	0	0	0	0
Guapiranga	0	0	0	0	0	0	0	0
P1	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	1	0	0	0	0	0	0	0
Vicente de Carvalho	0	1	0	0	0	0	0	0
Vista Linda	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	1	1	0	0	1	0	0	0
サンプル採取回数	21	21	17	20	20	20	19	20

注： 放流口の上流または下流で環境基準を超過した回数を表示。上下流で超過している場合は 1 回として計上
 出典： 調査団作成

サンパウロ州では、工場などの事業者は 1976 年州法律 8.468 で規定された基準を満たせば河川や下水道に放流することが許されている。またブラジル国の下水処理場では、流入する下水以外に家庭やその他から持ち込まれる汚水・汚泥を下水処理場で時折受け入れており、バイシャーダ・サンチスタ地域の既存下水処理場も同様である。上述のように下水処理場の放流水から重金属が検出されていることより、そのように直接持ち込まれる追加的汚泥・汚水に不十分にしか処理されていない工業排水が含まれている可能性が高い。

本来下水道事業には重金属を処理する機能はなく、下水処理場の放流水質基準にも重金属は含まれない。すなわち重金属の処理は SABESP の責任範囲ではないが、SABESP は今後もそのような追加的な汚水・汚泥の受け入れを継続する意向であることから、放流先の水質モニタリングを継続し、放流先河川の環境に悪影響を与えていることが疑われた場合は、追加的な汚水・汚泥の受け入れを保留し CETESB と対応を協議する必要があると考えられる。

(5) 悪臭対策

対象となる 10 か所の下水処理場には脱臭施設が設置されていないが、これら下水処理場の悪臭についての苦情は、SABESP の維持管理業務登録のシステムには記録されていない。ただし、調

査団が行った Centro 下水処理場のオペレーターへの聞き取りから、近隣住民からオペレーターに苦情の申し入れが数度あったことが分かっている。苦情の要因は前処理施設に蓄積されたし渣やごみからの悪臭であった。

施設名	1) ETE-P1	2) ETE-P2	3) Guapiranga	4) Anchieta	5) Bichoró
前処理施設	<p>手動スクリーン</p>  <p>手動で夾雑物除去小石も扶むのでかなりの重労働拡張計画では自動スクリーンに取替予定</p> <p>沈砂池</p>  <p>左側が正常運転、右側が故障中</p>	<p>自動スクリーン</p>  <p>正常運転中</p> <p>沈砂池</p>  <p>2台とも故障中</p>	<p>自動スクリーン</p>  <p>スクリーンは運転可能制御盤に不具合あり</p> <p>沈砂池</p>  <p>1号機(左)運転中、2号機(右)故障中</p>	<p>自動スクリーン</p>  <p>2台とも故障中、修理待ち</p> <p>沈砂池</p>  <p>設備は運転中だが、砂が大量流入のため、常時人力による清掃必要</p>	<p>ロータリスクリーン</p>  <p>右側は正常運転 左側は故障中</p> <p>沈砂池</p>  <p>2台とも正常運転</p>
	生物処理施設	<p>砂分離機</p>  <p>2台のうち、正常の沈砂池には分選機も正常運転、故障中の沈砂池は分選機も故障</p> <p>曝気槽</p>  <p>全ての浮動せきは機能せず、運転中で見えないが、曝気槽にも大量な砂堆積曝気水中攪拌機は機能していない</p>	<p>砂分離機</p>  <p>2台とも故障中</p> <p>曝気槽</p>  <p>故障した浮遊埋は更新した。水中攪拌機は3個/槽 x 4槽だが、1,2,3槽は一個のみ運転可。ほかは故障</p>	<p>砂分離機</p>  <p>砂分選機は運転可、砂受けバケットは4、5日で満杯になる</p> <p>曝気槽</p>  <p>Unitankプロセスで表面エアレータを使用。水中攪拌機も正常 작동する。</p>	<p>砂分選機</p>  <p>2台とも正常運転</p> <p>曝気槽</p>  <p>曝気槽は計8槽全ての曝気槽に表面エアレータが2台稼働しているが、第5槽のみ1台だけ。</p>

図4.11 下水処理場の主要施設の現状、2021年(1/4)

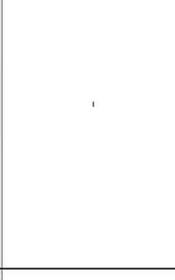
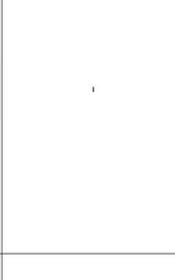
施設名	1) ETE-P1	2) ETE-P2	3) Guapiranga	4) Anchieta	5) Bichoró
生物処理施設	曝気槽併設の汚泥槽  浮動堰故障のため機能せず ブローワー	曝気槽併設の汚泥槽  浮動堰2台とも故障。汚泥槽機能せず ブローワー	汚泥槽  汚泥槽のレベル計は全て故障 ブローワー	汚泥槽  汚泥槽、攪拌機は機能していない ブローワー	曝気槽併設の汚泥槽  機能している ブローワー
汚泥処理施設	異なるメーカーのブローワーが各3台、計6台。このうち2台が運転可能、ほかは1台機械故障、1台電気故障2台が制御盤故障 汚泥濃縮槽 	異なるメーカーのブローワーが2台+3台、計5台。3号機はインバータ故障で運転不可 汚泥濃縮槽 	異なるメーカーのブローワーが3台+3台、計6台。制御盤は4面で常時4台運転 機械式汚泥濃縮機 	表面エアレーターのため、ブローワーはなし 機械式汚泥濃縮機 	表面エアレーターのため、ブローワーはなし 汚泥濃縮槽 
	攪拌機は作動するが、汚泥ポンプ故障のため、汚泥の流入がない、現在は使用されていない 遠心脱水機 	攪拌機は正常作動汚泥移送ポンプも正常作動、濃縮汚泥を脱水機へ送る 遠心脱水機 	現在は運転していない 遠心脱水機 	機械式汚泥濃縮機2台あり、機能せず 遠心脱水機 	正常運転中 脱水機 
	2台とも運転可能だが、汚泥注入ポンプが故障のため、運転していない	2台とも正常作動	2台とも故障中	汚泥脱水機は1台のみ、機能せず	汚泥はフィルタプレス機を使用。老朽化のため、かなり多量の凝集剤を使用

図4.12 下水処理場の主要施設の現状、2021年(2/4)

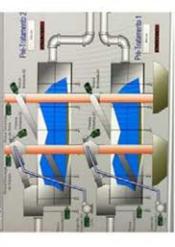
施設名	6) Barigui	7) Casqueiro	8) Carvalho	9) Centro	10) Vista Linda
前処理施設	<p>手動スクリーン</p>  <p>手動で夾雑物除去小石も採むのでかなりの重労働拡張計画では自動スクリーンに取替</p> <p>沈砂池</p>  <p>2台とも砂に埋もれ、機能せず</p> <p>砂分離機</p>  <p>2台とも故障中、機能せず</p> <p>曝気槽</p>  <p>6槽の曝気槽は反応槽の機能せずに汚水を通過するだけ。槽毎に水中攪拌機2台あり、故障中、表面曝気、浮遊物も機能せず</p>	<p>手動スクリーン</p>  <p>手動で夾雑物除去、拡張計画では自動スクリーンに取替予定</p> <p>沈砂池</p>  <p>2台とも故障中、駆動機が撤去された</p> <p>砂分離機</p>  <p>2台とも運転可能だが、沈砂池が故障中のため、排砂せず</p> <p>曝気槽</p>  <p>4槽の曝気槽は反応槽の機能せずに汚水を通過するだけ、水中攪拌機は故障した。新品は入庫したが、交換せずにいる</p>	<p>自動スクリーン</p>  <p>自動スクリーンの1個を修理に出した。現在は一時的にパースクリーンで代替</p> <p>沈砂池</p>  <p>1号機、2号機とも運転中</p> <p>砂分離機</p>  <p>上記設備の複合機、全て機能せず。写真の手前がロータリースクリーン、後方が砂分離機</p> <p>曝気槽</p>  <p>8槽の曝気槽は正常運転、水中攪拌機は2個/槽 x 4槽だが、全て故障。新品16個は倉庫に2年間交換せずにいる</p>	<p>自動スクリーン、し渣コンベア、沈砂池、砂分離機の複合機</p>  <p>ロータリースクリーン、沈砂池機能、排砂機の複合機使用。全て機能せず</p> <p>曝気槽</p>  <p>曝気槽4槽あり、表面曝気2台/槽、正常稼働中。水中攪拌機は2台/槽、全て機能せず、新品8個は入庫したが2年間交換せずにいる。曝気槽のDO計は全て故障、水位計等はない</p>	<p>自動スクリーン</p>  <p>2台のうち、1台が故障</p> <p>沈砂池</p>  <p>通常稼働中</p> <p>砂分離機</p>  <p>通常稼働中</p> <p>曝気槽</p>  <p>曝気槽4槽あり、水中攪拌機は2台/槽うち5台故障。曝気槽底部には砂に埋まっている</p>
生物処理施設					

図4.13 下水処理場の主要施設の現状、2021年(3/4)

施設名 生物処理施設	6) Barigui 曝気槽併設の汚泥槽 	曝気槽併設の汚泥槽 曝気槽は機能しないので、汚泥はなし、水位計は故障中 浮動堰故障のため機能せず	7) Casqueiro 曝気槽併設の汚泥槽 	曝気槽併設の汚泥槽 曝気槽は機能しないので、汚泥はなし、水位計は故障中 浮動堰故障のため機能せず	8) Carvalho 汚泥槽 	汚泥槽 2層ありレベル計含めて正常運転	9) Centro 余剰汚泥移送ポンプ 	余剰汚泥移送ポンプ 現在濃縮槽経由しないので、直接脱水機用汚泥貯留槽へ送っている	10) Vista Linda 曝気槽併設の汚泥槽 	曝気槽併設の汚泥槽 上澄水用浮遊堰は故障、水位計も故障
	汚泥処理施設	計4台のプロワーあり、稼働可能なのは2台のみ 	707- 4台が正常稼働、2台、使用中 機械式汚泥濃縮機	707- 4台が正常稼働、2台、使用中 機械式汚泥濃縮機	707- 異なるメーカーのプロワーが4台+3台、計7台。正常稼働中 機械式汚泥濃縮機	707- 表面曝気のため、プロワーはなし 汚泥濃縮槽	707- プロワー：5台正常稼働中 汚泥濃縮槽	707- 現在は使用されていない、余剰汚泥は直接汚泥貯留槽へいく 遠心脱水機	707- ポンプ修理中のため、使用していない。 脱水機	707- 脱水機2台あるが、1台修理に出された。汚泥注入ポンプ故障のため、現在脱水機は使用していない 2台のうち、1台のみ運転可能 脱水機2台、稼働中 1台は撤去された、1台は故障中 汚泥ポンプ稼働しないため、休止中

図4.14 下水処理場の主要施設の現状、2021年(4/4)

4.3.2 下水収集施設の整備状況及び稼働状況

(1) バイシャーダ・サンチスタ地域 9 都市の下水収集施設整備状況

バイシャーダ・サンチスタ地域 9 市の下水収集施設整備状況とその整理作業の現時点での進捗状況を以下に整理する。各市の既存下水収集施設の整備状況の一覧を添付資料 4.9 に示す。

- 既存管は「きれいな波プログラム」開始時点（2007 年）で特にサントス市で普及率 97%、サン・ビセンテ市で 77%、グアルジャ市で 71%と既に整備が進んでいた。サントス市、サン・ビセンテ市、プライア・グランデ市は下水の全量を沈殿処理後に海洋放流している。
- 古い既存施設も 2007 年以降に「きれいな波プログラム」で整備された施設も汚水と雨水を別に収集する分流式下水道を採用している。また、処理分区毎に 1 箇所の中継ポンプ場があり、そこから隣接した処理区や下水処理場へ圧送する下水道ネットワークである。これにより下水管の掘削深を小さく抑えている。なお、雨水排水管は各市が整備している。
- 既存下水収集施設の整備状況を表 4.25 に、各市の既存下水管、戸別接続数の推移を表 4.26、表 4.27 に示す。「きれいな波プログラム」の Stage2 Phase1 工事（後出の 5.1.1 節参照）が進行中のため、2021 年 8 月時点の既存管路延長やポンプ場数等の状況を集計した。口径別や建設年別の延長は、特に「きれいな波プログラム」以前の施設について不明な情報が多く、全延長に対する口径や建設時期の分類はできなかった。
- 2017 年時点の各市の既存下水管の管種を表 4.28 に示す。サントス市、プライア・グランデ市やグアルジャ市では最も古いもので 1970 年代に布設された老朽管が多く、小口径ながらアスベスト管も見られる。しかし大勢を占めるのは古いもので陶管、新しいものでは塩ビ（PVC）管である³⁶。その他鋳鉄管や高密度ポリエチレン（HDPE）管等も存在する。
- ポンプ場については表 4.25 と表 4.29 で示す通り、施工中も含めると計 283 箇所存在する。ほぼ全てのポンプ場でポンプ井内に常用と予備の 2 台以上の水中ポンプが配置されている。各ポンプ場は下流の下水処理場内の SCADA と連結され、ポンプの運転状況、ポンプ井の水位、流量がモニタリングされている。また、ポンプの運転・停止が遠隔で操作できるポンプ場もある。
- 既存下水収集施設の全体図を図 4.15 に示す。各処理区のフロー図を添付資料 4.10 に示す。

表 4.25 既存下水収集施設の整備状況

Stage		Stage1 以前	Stage1	Stage2 (施工済み分)	合計
実施期間		2007 年以前	2007 年～2018 年	2018 年～2021 年 8 月	-
対象	下水幹線	156.1km	50.4km	6.2km	212.7km
	枝線管渠	1,774km	1,127km	123km	3,024km
	ポンプ場	146 箇所	112 箇所	25 箇所	283 箇所
	戸別接続	154,410 戸	93,977 戸	763 戸	249,150 戸

出典：SABESP 情報より調査団作成

³⁶ 各市で整備されている管路延長やポンプ施設の個所数等は添付資料 4.9 参照

表4.26 各市の既存下水管の整備状況

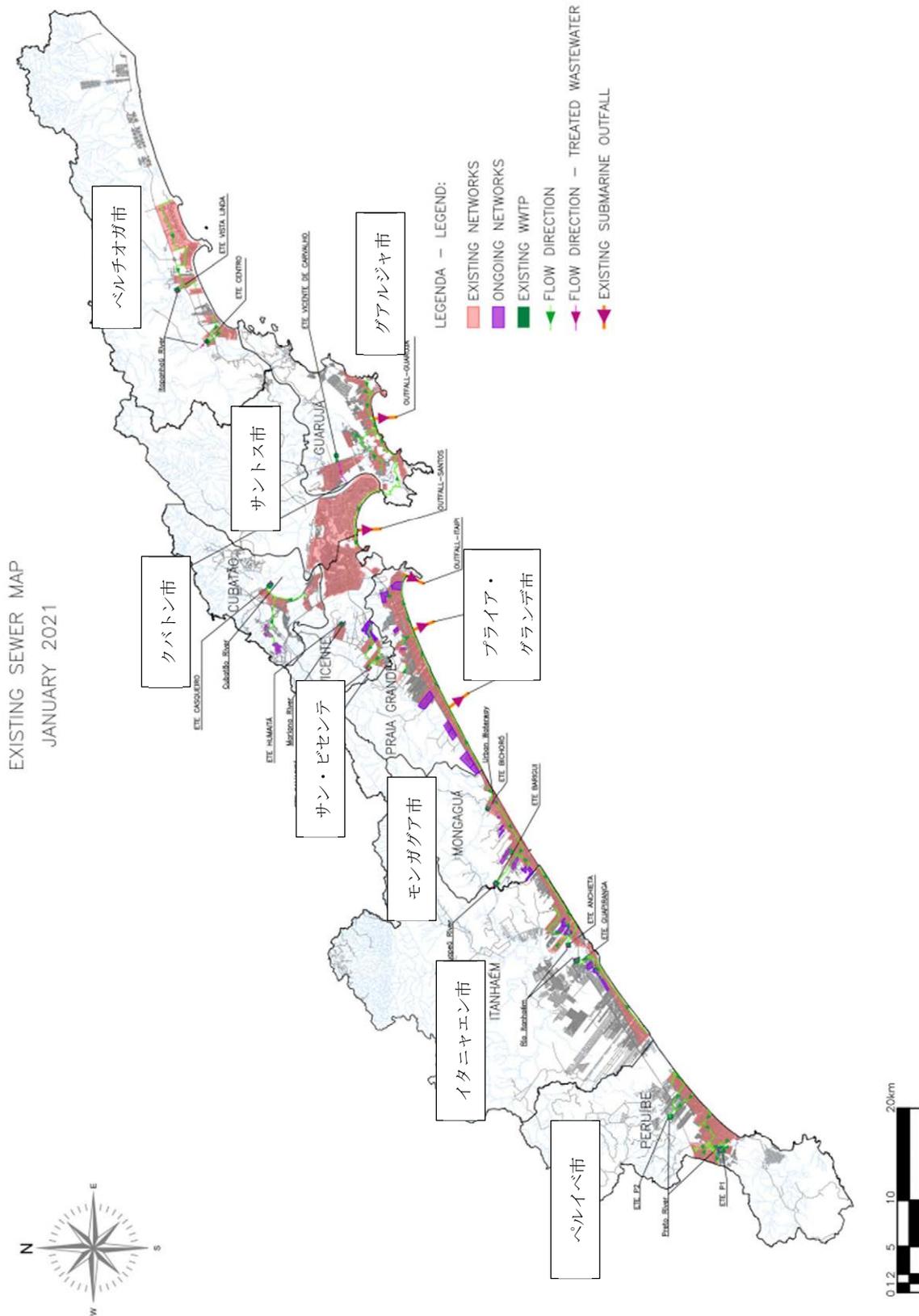
「きれいな波」プログラムのステージ		Stage1 以前	Stage1	Stage2 (施工済み)	合計
実施期間		2007 年以前	2007 年～2018 年	2018 年～2021 年	-
ベルチオガ	下水幹線(km)	7.16	2.18	-	9.34
	枝線管渠(km)	69.31	58.55	-	127.86
クバトン	下水幹線(km)	12.62	3.92	-	16.54
	枝線管渠(km)	87.86	24.61	-	112.47
グアルージャ	下水幹線(km)	30.28	0.88	-	31.16
	枝線管渠(km)	285.22	72.37	-	357.59
イタニャエン	下水幹線(km)	7.03	16.51	4.61	28.15
	枝線管渠(km)	69.12	289.21	53.19	411.52
モンガグア	下水幹線(km)	9.93	8.13	-	18.05
	枝線管渠(km)	64.57	207.91	27.28	299.76
ペルイバ	下水幹線(km)	7.96	7.94	-	15.90
	枝線管渠(km)	135.70	280.84	-	416.54
プライア・グランデ	下水幹線(km)	23.26	10.87	-	34.13
	枝線管渠(km)	274.79	193.84	16.14	484.76
サントス	下水幹線(km)	30.17	-	-	30.17
	枝線管渠(km)	499.25	-	-	499.25
サン・ピセンテ	下水幹線(km)	27.69	-	1.60	29.30
	枝線管渠(km)	288.32	-	26.16	314.49
合計	下水幹線(km)	156.11	50.42	7.42	212.74
	枝線管渠(km)	1,774.14	1,127.32	127.41	3,024.23

出典：SABESP 情報より調査団作成

表4.27 各市の下水道戸別接続数の推移

市	布設時期				合計
	Stage 1 以前	Stage 1	Stage 2		
	2007 年以前	2007 年～2018 年	2018 年～2021 年 8 月	2021 年～2023 年	2021 年時点
ベルチオガ	3,177	3,658	0	0	6,835
クバトン	7,142	1,842	0	0	8,984
グアルージャ	27,706	5,740	0	0	33,446
イタニャエン	1,740	19,106	0	6,893	20,846
モンガグア	3,403	24,521	763	2,052	28,687
ペルイバ	5,999	17,762	0	0	23,761
プライア・グランデ	22,330	21,348	0	1,731	43,678
サントス	45,189	0	0	0	45,189
サン・ピセンテ	37,724	0	0	6,376	37,724
合計	154,410	93,977	763	17,052	249,150

出典：SABESP 情報より調査団作成



出典: SABESP 提供図を基に調査団作成

図4.15 対象地域における下水収集施設整備状況

表4.28 各市の既存下水管の管種(2017年時点)

管材	下水管延長 (km)								
	ペルイベ	ベルチオガ	クバトン	イタニャエン	グアルージャ	モンガグア	プライア・グランデ	サントス	サン・ピセンテ
陶管	8.0	1.9	1.9	8.0	7.4	3.8	28.4	2.5	6.2
鋳鉄管	17.3	21.2	7.9	17.3	22.6	14.2	24.4	15.5	6.0
ガラス質土管	19.4	31.0	71.4	19.4	250.4	30.8	101.1	443.0	198.4
HDPE管	3.4	1.1	1.2	3.4	2.9	4.8	9.0	0.4	0.0
PVC管	357.2	140.0	59.2	357.2	159.3	218.4	417.3	76.8	199.7
アスベスト管	0.0	0.0	0.1	0.0	2.6	0.0	0.1	2.3	2.1
鋳鉄製さや管塩ビ管	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.2	2.1	0.4	8.7
強化プラスチック管	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鋼管	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.1
不明	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	22.0	1.9	0.0
合計	405.2	195.1	142.4	405.2	447.4	273.1	604.4	542.8	421.2

出典: SABESP 情報より調査団作成

表4.29 各市の既存下水ポンプ場数

市	実施時期			
	Stage 1 以前	Stage 1	Stage 2	合計
	2007年以前	2007年～2018年	2018年～2021年8月	2021年時点
ベルチオガ	10	8	0	18
クバトン	5	6	0	11
グアルージャ	28	8	0	36
イタニャエン	7	22	5	34
モンガグア	6	27	7	40
ペルイベ	5	21	0	26
プライア・グランデ	18	20	4	42
サントス	47	0	0	47
サン・ピセンテ	20	0	9	29
合計	146	112	25	283

注: Stage 2 には施行中や運用開始前のポンプ場も含む

出典: SABESP 情報より調査団作成

(2) 既存施設で発生している問題

下水収集施設で発生している問題を以下に示す。

- 各市が管轄している雨水排水路と、民間開発地からの雨水排水路の一部が SABESP の下水管（分流式）に誤接続されており、雨水が多く流入している。これに伴い、土砂の流入も多い。また、各家庭でも雨水系統が SABESP 管に誤接続されているケースがある。
- 各市の雨水排水路は整備がまだ十分でない地域も多く（2.3.3 (3)参照）、下水管への雨水の流入を助長している。雨天時に意図的にマンホールや汚水柵を開けて雨水を流入させる行為も発生している。
- 対象地域では地下水位が全体に高いが、管路工事の施工不良、マンホール接続部や管の継ぎ目の破損が重なり、地下水や砂が管路に多く浸入している。
- 雨天時は上述の通り雨水が多く浸入するために、最下流のポンプ場では予備ポンプを動かして強制排水している。中継ポンプ場では原則として予備ポンプを稼働しないが、ポンプ能力に余裕があるために多くの雨水を流下させている。また、一部のポンプ場では高潮の

影響も受けている。

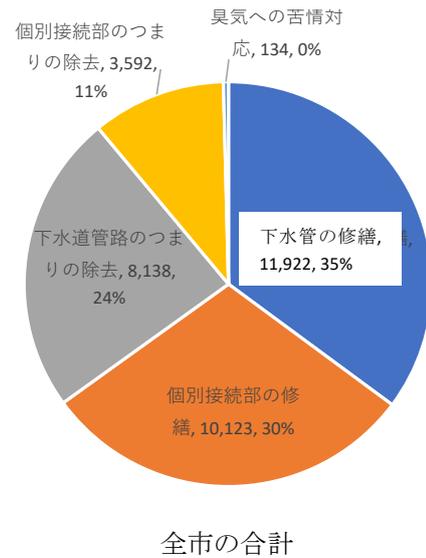
- 管路やポンプのメンテナンスを容易にするため、および軟弱地盤が多く掘削深を小さくしたいという意図からこの地域では下水管の最大埋設深を 4.5m までにしている。その結果、中継ポンプ場数はいずれの処理区でも非常に多くなっている。
- 高い塩分を含む風によりポンプ等の機器は腐食しやすくなっている。その結果、メンテナンスの手間が増えている。
- 上記の土砂の流入により、管路内の土砂の堆積やポンプの故障が発生している。故障したポンプが交換されず、予備ポンプなしで 1 台のみがフル稼働しているポンプ場も多い。ごみ対策のためにポンプ井には格子やかごが設置されているが、目が粗いために土砂までは除去できていない。
- その他、警備が手薄なポンプ場では建物の破壊行為や鉄板、電線等の盗難行為が発生している。

4.3.3 苦情への対応

調査地域の下水道施設の運営・維持管理はバイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニット (RS) が実施している。SABESP より提供された 2019 年 1 月から 9 月のデータをもとに、RS が主に市民からの苦情を受けて行った対応の件数を図 4.16 に示す。苦情等により現場で行った作業の多くは下水道管路の修繕・つまりの除去と個別接続部の修繕であり、これらで全体の 89%を占める。臭気への苦情対応が 134 件あるが、4.3.1 (5)で述べたように、下水処理場に対する苦情対応の記録はない。

9 か月間の合計対応件数 (33,909 件) は 1 日当たり 125 件、1 市あたり 13.4 件に相当する。SABESP は外部委託も活用して現場対応を行っているが、地域人口 (200 万人) から換算すると 9 か月間で 60 人に 1 人が何らかの苦情を SABESP に行ったことになり、これは少ない件数ではない。一方で、SABESP の維持管理記録によると同じ期間で 138 件の予防的な管路の清掃業務・保守業務を行ったとの記録もある。今後も予防的な業務を継続的に行い、不具合を未然に防ぐ努力が必要である。

市	下水道管の修繕	個別接続部の修繕	下水道管路のつまりの除去	個別接続部のつまりの除去	臭気への苦情対応	合計
サントス	2,504	1,864	1,090	577	44	6,079
ベルチオカ	287	296	250	156	6	995
クバトン	407	386	352	146	9	1,300
グアルヂャ	1,265	1,153	1,206	481	6	4,111
ピセンテ・デ・カルハリョ	765	884	592	255	6	2,502
プライイ・グランデ	1,788	1,746	1,583	727	23	5,867
モンカデア	304	301	213	130	6	954
サン・ピセンテ	3,347	2,524	2,315	857	21	9,064
イタニャエン	715	590	289	141	8	1,743
ベルヘ	540	379	248	122	5	1,294
計	11,922	10,123	8,138	3,592	134	33,909
比率	35.2%	29.9%	24.0%	10.6%	0.4%	100.0%



出典：SABESP、2019年1月から9月

図4.16 バイシャーダ・サンチスタ地域における現場での苦情等への対応件数

4.4 対象地域における公共用水域の水質

4.4.1 水質モニタリングの体制

(1) 下水処理場の運転に係る SABESP の水質モニタリング体制

SAEBSP は、各処理場において流入下水と処理水（放流水）の水質をモニタリングしている。また、放流先の河川や水路に対しても放流地点の上流と下流で水質を測定している。水質モニタリングを担当しているのは RS の本部にある衛生管理課（Controle Sanitario : RSOC）で、担当者が処理場に赴いてサンプリングを行っている。

サンプリング頻度は、2020年1月から3月の実績によると下水処理場の流入水、処理水が月に2度、放流先の水域では1月に1度程度である。2020年は4月以降サンプリングの間隔が開き、表4.30に示すように年間では流入水と処理水が月に1度、放流先が2月に1度となった。サンプリング間隔が2ヶ月を超えることもあり、これはコロナ禍の影響とも考えられる。

分析している指標は水温、pH、生物学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）、浮遊物質（SS）、溶存酸素濃度（DO）、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、全リン、残留塩素、大腸菌群数など下水処理場の管理でモニタリングされる一般的な水質項目を網羅している。また、時折重金属や農薬なども測定している。

表4.30 下水処理場での水質モニタリング回数
(2020年1月から12月)

下水処理場	流入水 (回/年)	処理水 (回/年)	放流先の水域 (放流口の上下流 でサンプリング) (回/年)
1) P1	9	10	3
2) P2	9	10	3
3) Guapiranga	10	11	5
4) Anchieta	10	12	3
5) Bichoro	12	12	18
6) Barigui	9	10	3
7) Casquiero	14	17	12
8) Carvalho	14	15	6
9) Centro	17	18	13
10) Vista Linda	14	15	12
平均	11.8	12.0	6.5

※1月は全ての下水処理場で2度以上のサンプリングが行われたが以降はコロナ禍の影響を受けサンプリング頻度が低下した

出典：SABESP 提供資料をもとに調査団作成

(2) SABESP による水質モニタリング体制の課題

2015 年に行われた前段円借款事業の事後評価では、下水処理水及び処理水放流先の水質モニタリングについて表 4.31 に示すような体制が敷かれていたことが記されている。当時は下水処理場で 2～4 時間ごとにサンプリングが行われていることになっており、現在は事後評価当時よりも頻度が落ちている。

表 4.31 SABESP による水質モニタリングの実施体制(前段円借款事業の事後評価時)

検査対象	主な検査項目	実施者	頻度
下水処理場	流入水 (pH、BOD、浮遊物質量) 処理水 (BOD、浮遊物質量、大腸菌群数)	処理場内 職員	毎日 2～4 時間ごとに サンプリング
放流先河川の水質検査	放流ポイントを基点に川上・川下の BOD 濃度、pH 値、大腸菌群数、浮遊物質量	管轄の RS 職員	月に 2 回程度

出典：外部事後評価報告書：円借款「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業 (I)(II)」, アイ・シー・ネット株式会社, 2016 年

ブラジル国およびサンパウロ州では、下水処理場からの放流水のモニタリングについて頻度を定めた法令はないが、施設の運転に必要な環境ライセンス³⁷を取得する際に環境当局よりモニタリングの最低頻度を指定される。これまでの事例から、ライセンス取得時に指定される頻度は半年に 1 度である。一方、SABESP においてもモニタリングの頻度を規定した内規類はないが、バイシャーダ・サンチスタ地域では 2 週間に 1 度のモニタリングを標準としている。

下水処理水の水質が安定していない中、下水処理の状況を確認しタイムリーに必要な対策を取る上で、2 週間に 1 度のサンプリング頻度は十分とは言い難い。常に良好な水質を得ている状況であれば頻度を落とすことも合理的であるが、本章 4.3.1 節で述べたように、バイシャーダ・サンチスタ地域では下水処理場の放流水が放流水質基準を満たさないケースが散見される状況である³⁸。したがって、流入水の水量と水質への対応も含めた運転方法の改善を検討するため、サンプリングの頻度は当面なるべく 1 週間に 1 度とし、放流水質が安定的に改善された場合に再度 2 週間に 1 度に落とすことが望ましい。また、水質データには信頼性が疑われるものもある。例えば、表 4.32 に示す Centro 下水処理場の水質データには以下のような疑義があり、採水方法、サンプルの運搬・管理方法、水質測定の違いがあるかあるいは複数に改善の余地がある。

表 4.32 Centro 下水処理場での水質モニタリング結果

採水日 (2020 年)	BOD (mg/L)		COD (mg/L)	
	流入水	処理水	流入水	処理水
1 月 7 日	190	85	447	201
1 月 20 日	250	<3	534	83
2 月 4 日	120	<3	719	34
2 月 17 日	105	40	232	118
3 月 10 日	190	24	705	97
3 月 16 日	73	75	273	296
5 月 26 日	135	22	399	111
6 月 22 日	6	3	100	36
7 月 21 日	135	<3	475	84
8 月 4 日	145	14	264	100
9 月 1 日	302	16	883	86
9 月 30 日	95	10	251	97
10 月 13 日	185	20	665	117
11 月 3 日	128	28	379	125
12 月 2 日	90	44	102	107
12 月 18 日	241	34	786	136

BOD: 生物化学的酸素要求量、COD: 化学的酸素要求量

出典：SABESP 提供の下水処理場水質モニタリング結果

- 下水処理水の BOD が頻繁に 3 mg/L 以下となっているが、高度に管理された下水処理場でも BOD が 5 mg/L を下回る処理水を得ることは非常に稀である。また、BOD に対して COD が

³⁷ 10.3.1 参照

³⁸ 2020 年の実績では 10 か所の既存下水処理場のうち BOD 濃度の放流水質基準 60mg/L を満足しないケースがあった下水処理場は 5 か所である

10倍以上となっている³⁹ことから3 mg/L以下のBOD値は正しい測定結果と考え難い。

- 2020年6月22日の流入水BODが6mg/Lとされているが、乾季であることも加味するとこのように薄い流入下水は想定され得ない。
- 2020年12月2日は下水処理によってBODが約半分に除去されたがCODは増加しており不合理である。

(3) CETESBによる公共用水域の水質調査

サンパウロ州の環境当局であるCETESBは沿岸・河川域でサンプリングと水質分析を毎週実施している。CETESBは河川やビーチの水質の程度や傾向を市民に総合的かつシンプルに伝えるため、独自に開発した総合的評価基準を開発し、評価結果を市民に公開している(次節参照)。評価結果は毎年「河川」と「沿岸域」の二冊に分けてとりまとめられている。

4.4.2 水質汚濁の状況

SABESPが行っている下水処理水の放流先河川等の水質については、4.3.1.(4)で述べたようにBODやリンの濃度が環境基準を超過するケースが散見されている。環境基準値の超過は自然由来の負荷にも起因しているが下水道未整備エリアからの生活排水も要因の1つと考えられる。また、重金属が環境基準を超過するケースも認められ、工業から河川への直接排水、直接持ち込まれ下水処理場が受け入れている下水以外の追加的汚水・汚泥に起因して重金属が環境中に放流されていることが疑われる。

一方、CETESBは、表流水と海水の水質モニタリングを行っている。モニタリング結果は、測定した様々な指標値を総合して「Excellent」、「Very good」、「Regular」、「Poor」、「Terrible」の5段階に分類されている。本調査の対象9市のうち8市において複数の海水浴場で水質評価がなされ、唯一クバトン市は内陸であるため海水のモニタリングは行われていない。

CETESBのモニタリング報告書は当該年のデータのみを記載し過去との比較は示されていない。そのため、本調査では2018年の報告書と2019年の報告書を参照し、ビーチの水質がどのような傾向であるかを確認した。両年の比較の結果、表4.33に示す現状と傾向が認められた。

表4.33 CETESBによる海水浴場の水質モニタリング結果から確認された水質の現状と傾向

	ベルチカ	グアルジャ	サトス	サン・ビセンテ	フライア・グランデ	モンガグア	イニャエン	ペルイバ
2019年の水質	良	良	悪	中	悪	悪	良	中
2018年から2019年の傾向	悪化	横ばい	悪化	横ばい	悪化	悪化	良化	良化
下水道整備率(2020年)	61%	83%	100%	85%	84%	90%	60%	83%

出典: CETESBによる海水浴場の水質モニタリングレポート(2019年版及び2020年版)をもとに調査団が作成。下水道整備率はSABESP提供資料

公共用水域に放流される汚濁負荷には様々なものがあり、下水道の整備では対処できない自然由来の汚濁負荷、雨水排水に含まれる汚濁負荷、対象水域に直接投入されるごみや汚水も多く含まれる。そのため下水道の整備状況と公共用水域の水質は直接的に結び付くとは限らないが、現

³⁹ BODとCODはともに有機物量の指標であるため同じ下水由来の水であれば両者は相関する。下水の流入水や流出水では通常、CODの値がBODの2倍から数倍程度である

状の水質汚濁の状況から、両者の関係と下水道整備による改善の見込みについて以下のような仮説的関連性とシナリオを述べるができる。

- 下水道の整備が徐々に進められているにも関わらずベルチオガ市、サントス市、プライア・グランデ市、モンガグア市では水質が悪化の傾向にある。
- ベルチオガ市は現時点では水質は良好なものの、下水道の整備率が比較的低いことから今後も悪化する可能性がある。
- サントス市は下水道整備率 100%を達成しているが水質の悪化傾向が続いている。閉鎖性水域であることもあるが、放流汚濁負荷の更なる削減が必要と考えられる。また、サントス市の上流に位置するクバトン市の下水道整備率が低いことがサントス湾の水質改善を遅らせている可能性もある。
- プライア・グランデ市とモンガグア市も下水道の整備率は比較的高いが水質が悪化傾向にある。下水道の整備とともに汚濁負荷削減により着目した対策が必要と考えられる。
- イタニャエン市、ペルイベ市はともに下水道整備の成果が出ている可能性がある。
- 今後も SABESP が継続的に進める下水道整備は生活排水に起因する汚濁負荷を削減し、河川や海の水質に貢献する。しかし、自然由来の負荷、優先度が想定的に低い上流部からの生活排水等により、SABESP が当面実施する下水道を整備しても河川等の環境基準は満足されない可能性はある。
- 重金属を含んだ埋め立て処分場浸出水を下水処理場で受け入れることで、局所的に水中の重金属濃度が高まる流域が生じるリスクがある。

4.5 対象地域における実施中又は計画中の主な事業

バイシャーダ・サンチスタ地域では「きれいな波プログラム」が実施されている。Mambu-Branco サブシステムを建設する水道施設整備事業 Programa Agua no Litoral を「きれいな波プログラム」に含めて考えると、同プログラムの他は、同地域で実施中又は計画中の大型事業（SABESP の本部が実施する事業）はない⁴⁰。

ただし、民間による都市開発や住宅開発、不法占拠地区の再開発に伴って地方総局が実施する管路整備など比較的小規模な事業は断続的に実施されている。

4.6 SABESP に対する我が国及び他ドナーによる支援の状況

(1) 他ドナーによる SABESP への主な支援案件

SABESP に対しては、JICA の他、これまで世界銀行、米州開発銀行が支援を行っている。また、BRICS 銀行とも呼ばれる新開発銀行も 2020 年 9 月に SABESP への初の資金協力に合意している。

⁴⁰ 「きれいな波プログラム」の内容、進捗、今後の計画は第 5 章の 5.1 節及び 5.2 節参照

表 4.34 に SABESP 及び他ドナーによる 2000 年以降の有償支援事業の一覧を示す⁴¹。

表 4.34 に示した支援事業のうち、バイシャダ・サンチスタ地域を直接的な裨益エリアとするのは JICA が支援したサンパウロ州沿岸部衛生改善事業のみである。また、現在のところ、同地域を対象とした事業で他ドナーに支援を要請する予定はない⁴²。

表4.34 SABESP への我が国及び他ドナーの有償支援

ドナー	プロジェクト名	供与年	供与額	概要	
国際協力機構 (JICA) ^{*1}	サンパウロ州沿岸部衛生改善事業	(I)	2004	213.2 億円	きれいな波プログラム・Stage 1 に対する援助
		(II)	2011	191.69 億円	
	ピリングス湖流域衛生環境改善事業	2010	62.08 億円	主要な水源であるピリングス湖流域に下水道を整備	
	サンパウロ州無収水対策事業	2012	335.84 億円	SABESP の無収水削減を支援	
国際復興開発銀行 (IBRD) ^{*1}	アルト・チエテ水源環境改善事業 ^{*2}	2009	1 億米ドル	サンパウロ都市圏の水源水質改善を主な目的とし、組織制度の強化、衛生設備・施設の建設、廃棄物管理の改善、水道施設の整備を行ったもの	
	サンパウロ都市圏における持続可能かつ包括的な衛生・水資源保全プログラム ^{*3}	2019	2.5 億米ドル	給水サービスへのアクセス改善、無収水の削減、レジリエンスの改善、グアラピランガ湖流域への汚濁負荷削減による水源保全の実施	
米州開発銀行 (IDB) ^{*1}	チエテ河汚染改善事業 ^{*4}	ステージ 1&2	1995&2008	6.5 億米ドル	ブラジル国で最も汚染が進んでいたとされるチエテ河への未処理の生活排水の流入抑制対策
		ステージ 3	2010	6 億米ドル	
		ステージ 4	2019	3 億米ドル	
米州投資公社 (IDB Invest) ^{*1}	ピニエイロス川水質改善及び太陽光発電事業 ^{*5}	2020	5.08 億ドル	下水道管路と下水処理場の建設による、チエテ河の支流であるピニエイロス川の水質改善、処理場への太陽光発電導入	
新開発銀行 (NDB) ^{*1}	SABESP 投資計画サポートプロジェクト ^{*6}	審査中	3 億米ドル	SABESP の投資活動に対する支援として①上下水道接続の拡大、②運転維持管理の訓練、③アセットマネジメントの改善に資金援助	

*1: JICA = Japan International Cooperation Agency、IBRD = International Bank for Reconstruction and Development、IDB = Inter-American Development Bank、IDB Invest = Inter-American Investment Corporation、NDB = New Development Bank:

*2: 英語のプロジェクト名称: Environmental Recovery Program for the Alto Tietê Watershed - Mananciais Program. 資料詳細: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/539971468017072505/pdf/668050PAD0P0060osed0301901200SILUMT.pdf>

*3: 英語のプロジェクト名称: Improving Water Service Access and Security in the Metropolitan Region of Sao Paulo Project / Sustainability and Inclusion Program for Sanitation and Water Preservation Services for Public Supply in the RMSP. 事業の詳細: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/237271552061354972/pdf/project-appraisal-document-pad-sabesp-pl165695-11292018-636792985044801304.pdf>

*4: Tietê River Depollution Project. 米州開発銀行はチエテ河汚染改善事業ステージ1にも支援を行った(供与年 1992 年)

*5: Water Quality Recovery Units (URQs) in the Pinheiros River Basin and the Distributed Generation Program (Photovoltaic Energy)

*6: 英語のプロジェクト名称: SABESP Investment Plan Support Project. 事業の詳細: <https://www.ndb.int/sabesp-investment-plan-support-project/>

出典: SABESP 提供資料および SABESP ウェブサイトと各ドナーへのヒアリングをもとに調査団作成

また、上に挙げた有償事業のほか IDB は「サンパウロ州の水危機への対応力及び管理能力に係る強化プログラム」(Strengthening of Capacity Building for Prevention and Management of Water Crisis by the State of Sao Paulo) (BR-T1351) を実施している。サンパウロ州衛生・水資源庁 (Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo : SSRH SP) と SABESP を対象に水危機の回避や管理に係る能力強化を図るもので、2019 年から 2022 年のあいだに SSRH SP へのプログラム

⁴¹ 2020 年より以前では、IBRD が「上下水道整備事業」(1989 年)、「グアラピランガ湖流域環境改善事業」(1993 年) への有償資金協力を行っている。いずれも裨益エリアはサンパウロ都市圏である

⁴² 本節(2)の他ドナーへのヒアリング結果参照

には 622 千米ドル、SABESP へのプログラムは 328 千米ドルの投入が予定されている。SABESP に対するプログラムは水危機下における給水サービスの実施能力の強化と、能力強化に資する新技術の導入を支援している。

(2) 他ドナーへのヒアリング

本業務では SABESP に対して支援を行っている国際復興開発銀行 (IBRD)、米州開発銀行 (IDB)、米州投資公社 (IDB Invest)、新開発銀行 (NDB) にアンケートを行い、サンパウロ州の上下水道セクターへの支援の実績と計画を確認した。また、各ドナーの同州上下水道セクターに対する援助方針について照会した。アンケートの結果、本事業が他ドナーの実施する事業と重複することはないことを確認した。その他、各ドナーが検討している案件、ブラジル国の上下水道セクターに対する支援方針もあわせ、他ドナーへのアンケート結果を表 4.35 に示す。各ドナーからの回答は添付資料 4.11 に示す。

表4.35 SABESP による水質モニタリングの実施体制(前段円借款事業の事後評価時)

ドナー	実施中案件の進捗	サンパウロ州の上下水道セクターで検討中の支援案件	ブラジル国の上下水道セクターに対する支援方針
国際復興開発銀行 (IBRD)	サンパウロ都市圏における持続可能かつ包括的な衛生・水資源保全プログラム:2019年12月に借款契約締結。コロナ渦による影響だけでなくカウンターパート側の手続きが時間を要したりするなど遅延気味	実施中の事業が2025年6月まで継続の予定であり、今のところ新たな事業の計画はない	(アンケートでは支援方針について直接の回答はなく、世銀ウェブサイトの関連ページへのリンクが複数提示された。それらの関連ページでは水資源の確保、下水処理水の再利用が取り上げられていた)
米州開発銀行 (IDB)	チエテ河汚染改善事業 IV : - 工事進捗率 : 9.75% - 予算進行率 : 6.4% - 事業に遅れはない	- チエテ河汚染改善事業 V : 2024年契約予定、予定供与額 5 億米ドル。 - チエテ河再生事業*1 : 2022-2027年に実施予定、予定供与額 7,987 万米ドル。 - サンパウロ市都市排水事業*2:2023年契約予定、供与予定額 1 億米ドル	優れた成果が出ているチエテ河汚染改善事業を今後も継続していく。これまでに流域の下水道整備が進んだが、今後は以下の問題の解決に注力する。 - 料金を支払えない貧困層 - 干ばつと気候変動への適応 - 家屋やインフラに損害を与える洪水スラムの広がりを含めた無秩序な市街化
米州投資公社 (IDB Invest)	回答なし		
新開発銀行 (NDB)	実施中案件なし	- 持続可能なインフラ開発事業*3 : 2021年契約予定、供与予定額 9 千万米ドル。サンパウロ州内上下水道、固形廃棄物セクターの持続可能なスコープの事業に対して有償資金を提供するプログラム	水源管理から給水までを網羅した統合的なアプローチで持続可能な支援を行う。中心的なテーマは水利用の効率化、新技術の活用、気候変動への適応とレジリエンスと影響緩和。政府保証付きの借款、政府保証なしの借款、出資など様々な形態での資金提供を行う準備がある。

アンケート実施機関:2021年9月から11月

*1:Renasce Tiete、*2:Urban drainage infrastructure services of the Municipality of Sao Paulo、*3:Desenvolve Sao Paulo Sustainable Infrastructure Project、

出典:調査団(各ドナーへのアンケート調査より)

4.7 対象地域における上下水道サービス、及び施設の整備状況・運転管理の状況に係る課題の整理

以上に述べたバイシャーダ・サンチスタにおける上下水道サービスの現状、及び上水道施設の整備状況・運転管理の状況より以下の課題が抽出される。

(1) 上水道について

- バイシャーダ・サンチスタ地域は水資源に恵まれておらず、利用可能な表流水をほぼ全て利用している状況にある。SABESP に寄せられる出水不良への苦情件数によると、水需要が増加する夏季（主に12月から1月）はその他の期間の倍の出水不良が生じている。
- SABESP は南部、中部、北部のシステムのあいだで水を融通させ、限られた水資源を有効に活用する努力を行っている。それにも関わらず既に夏季のピーク需要に対応できていない状況であり、現在の水道マスタープランによると Mambu Blanco サブシステムの拡張事業が完了しても中期的には再び水不足に陥る可能性がある。
- 同地域の無収水について、調査団の試算では無収水率40%以上、配水損失指標（1接続1日あたり損失水量）325 L/接続/日である。一般に無収水率40%は芳しくない値であり、配水損失指標もIWAの目安で見ると発展途上国水準でも中程度である。水資源に恵まれていない実情を鑑みると、1接続1日あたりの損失水量を現状の半分以下にすることを目指して既存資源の最大限の有効活用を図ることが推奨される。
- 水需要が増加する夏場において水道サービスに対する市民の満足度は水圧、断水の頻度、水質、いずれも明らかに低下している。これは水量不足のみならず送配水網の能力の不足にも起因する。
- ピーク需要への対応をより可能とするため、地域間の水融通機能と送配水ネットワーク内の貯水容量を更に強化することが求められる。

(2) 下水道について

- 下水道の整備はバイシャーダ・サンチスタ地域全体では80%以上に達している。しかし整備率は地域によりばらつきがあり、ベルチオガ市、イタニャエン市、クバトン市ではまだ約60%に留まっている。下水道整備と新規接続の促進が課題である。
- 下水道整備の進捗にも関わらず同地域の海水水質には悪化の傾向が見られる。下水道整備率が100%に達しているサントス市や整備率が90%を越えているモンガグア市でも悪化傾向であり、下水道整備による汚濁負荷の効果を更に改善していくことが課題である。
- 社会調査によると、市民の62.2%が川や海の水質に対して「非常に関心がある」と答え、その他にも11.9%が「少し関心がある」と答えた一方で、SABESPが行った顧客満足度調査ではSABESPに対するイメージとして「環境配慮的」と答えた市民は他の選択肢に比べて最も少なかった。SABESPにとって、市民の環境改善への期待により応えることが重要である。

- 下水処理場からの放流水質は常に良好とは言えず、BOD 濃度などが放流水質基準を超過することがある。設備に不具合があるほか、処理施設の運転管理方法に改善の余地がある可能性が高い。公共用水域水質の改善により貢献するための下水処理性能の向上が課題である。
- 下水処理場に直接持ち込まれる汚水・汚泥に重金属が含まれていることが疑われ、下水処理水放流先の河川に悪影響を与えるリスクがある。
- 下水処理場の流入水・流出水の水質測定頻度が不足し、測定結果に不合理なデータも散見される。下水処理の問題点にタイムリーな改善策を施すため、また環境保全に対する説明責任を果たすため、適切な頻度で正しい測定結果の取得が課題である。⁴³
- 下水道管路には汚水量を上回るほどの地下水が常時浸透している。また、降雨時には特に雨水排水路が整備されていない地域において更に大量の雨水が流れ込んでいる。地下水や雨水が混入した大量の汚水の流入で下水処理の運転管理が困難になっているほか、処理場施設内に砂が堆積し維持管理の手間も要している。しかし、雨水排水路の整備が不十分なことにより、市民は SABESP の下水道に雨水排水の機能を期待しており、SABESP もそれをある程度受け入れざるを得ない状況である。浸透水や雨水による砂の混入や水量・水質の変動にいかに対処して汚濁負荷の削減を最大化するかが課題である。
- サントス市など古くから下水道が整備されている地域では下水道管路の老朽化が進行していることが推察される。SABESP は予防保全的な保全業務に力を入れる必要がある。

⁴³ 下水処理が不安定な下水処理場においては当面週に1度のモニタリングを行って処理の改善を図るとともに、サンプリング方法、サンプルの管理と運搬方法を点検する必要がある。また、複数のサンプルを採取して測定結果のクロスチェックを行うことも検討すべきである。

第5章 きれいな波プログラムの全容及び事業実施の 妥当性の確認

本章では、本事業の上位計画である「きれいな波プログラム」について、SABESP による最新の計画と進捗を整理する。その後、本事業の計画・設計の内容を確認し、計画・設計上の課題を挙げる。また、最後に本事業実施の妥当性を評価するとともに、6章で行う事業計画のレビューの方針を提示する。

続く6章では、本章で提示した方針をもとに、SABESP の計画における課題を踏まえて本事業の計画（事業スコープ）を見直す。7章は、6章で見直された事業スコープに基づく施設の概略設計である。

5.1 きれいな波プログラム全体計画

5.1.1 プログラム全体のスコープと実施スケジュール

きれいな波プログラムの全体計画を表 5.1 及び図 5.1 に示す。同プログラムは3つの Stage からなり、Stage1 は前段円借款事業に該当する Phase1（2013年完了）と SABESP の自己資金で補完的に行われた Phase2（2018年完了）に分けられる¹。2018年より実施されている Stage2 も二つのフェーズがあり、Phase2 は 2022年開始の予定である²。また、Stage3 は単一フェーズで行われる³。プログラムの実施計画は事業進捗にあわせ 2011年と 2016年に見直されている⁴。

今回 SABESP が JICA に資金協力を要請しているのは Stage2 Phase2 の一部と Stage3 の大部分⁵である。事業全体（Stage1～3）の対象位置図を図 5.2 に示す。Stage3 の事業対象位置図は巻頭図に示したとおりである。また、事業全体の内容を各市単位で整理した事業対象図を添付資料 5.1 に示す。Stage1 の実績、Stage2 Phase1 の計画と進捗状況及び Stage2 Phase1 の計画はそれぞれ本章 5.2.1 節と 5.2.2 節に示す。また、JICA に要請されている本事業のスコープは 5.3 で詳述する。

¹ 外部事後評価報告書：円借款「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業（I(II)）」、アイ・シー・ネット株式会社、2016年

² SABESP 提供資料(Consortio Onda Limpa 2 - Escopo da Fase 1 da 2^a Etapa do Programa Onda Limpa)

³ SABESP 提供資料(Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista)

⁴ SABESP 提供資料(GENERAL CONTEXT OF SABESP's PERFORMANCE 等)の整合性から計画の修正の時期を判断した。

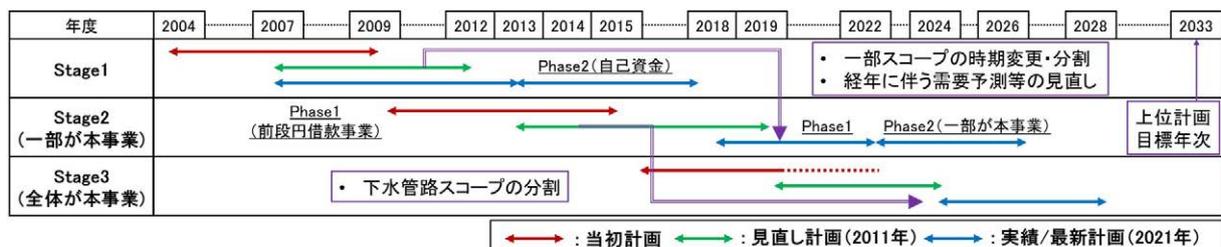
⁵ Guarau 地区の下水道施設（下水処理場、下水収集施設）を除く全て

表5.1 きれいな波プログラムの全体計画の概要
(青字: 前段円借款事業、赤字: 本事業対象スコープ)

対象 (位置: 図 5.2 参照)		Stage1 Phase1&2 (2007~2018)	Stage2 Phase1 (2018~2022)	Stage2 Phase2 (2022~2026)	Stage3 (2024~2028)	合計
水道 施設 ※1	取水施設	1 施設	-	-	-	1 施設
	導水管	2,114 m	-	-	-	2,114 m
	浄水場	1 施設	-	-	-	1 施設
	配水管	64,367 m	20,000 m	32,180 m	-	116,547 m
	ポンプ場	3 基	3 基	2 基	-	8 基
	配水池	45,000 m ³ ※2	40,000 m ³	20,000 m ³	-	105,000 m ³
下水 処理 場	処理場 (海中放流施設含む)	8,321L/秒	2,887 L/秒	3,445 L/秒※4	11 L/秒	14,473 L/秒
	放流渠	1,547 m	6,768 m	-	-	8,315 m
	海中放流管	4,495 m	-	-	-	4,495 m
	排水路改修	6 施設	-	-	-	6 施設
下水 収集 施設	下水収集管網	1,121,843 m※3	139,849 m	300,074 m※5	256,800 m※9	1,818,566 m
	下水道幹線・遮集管	55,393 m	7,417 m	1,073m	7,744 m	77,554 m
	圧送管	82,174 m	14,670 m	34,270 m※6	26,389 m※10	157,503 m
	ポンプ場	116 基※3	30 基	42 基※7	36 基※11	224 基
	新規接続戸数	132,240 戸※3	18,983 戸	28,787 戸※8	13,920 戸※12	193,930 戸

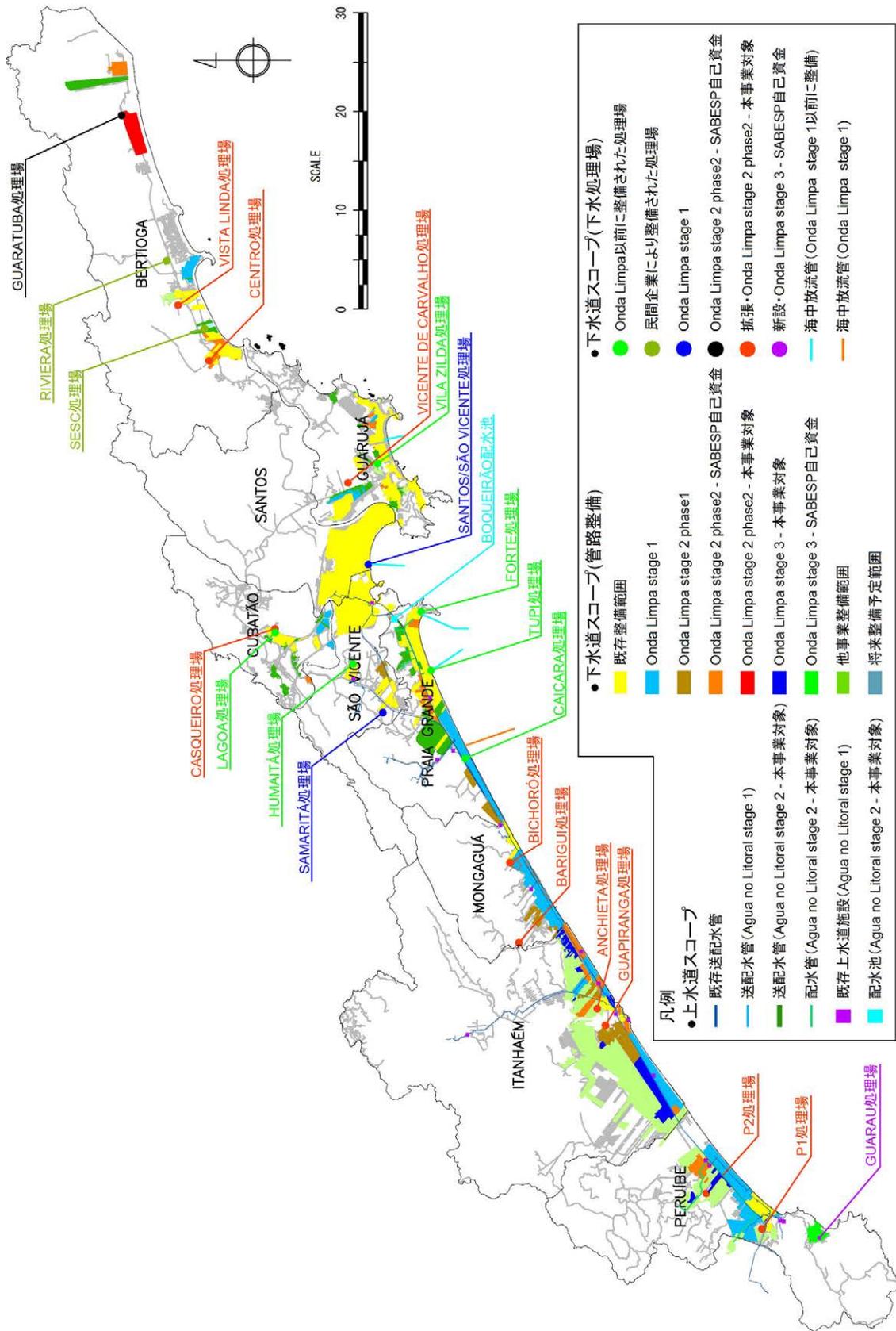
出典: Stage1: 外部事後評価報告書: 円借款「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業 (I)(II)」, アイ・シー・ネット株式会社, 2016 年
Stage2: SABESP 提供資料(Phase1: Consorcio Onda Limpa 2 - Escopo da Fase 1 da 2ª Etapa do Programa Onda Limpa, Phase2: Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista 及び Detalhamento das Etapas do PROGRAMA)
Stage3: SABESP 提供資料(Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista)

※1: 上水道コンポーネントは本来「Água no Litoral」という別プログラムである。前段事業も含め、円借款事業に関連して便宜上「きれいな波プログラム」に含めることがあり、本調査でもそれを踏襲する。※2: うち 20,000 m³が前段円借款事業、※3: 一部 SABESP 自己資金にて実施 (5.2 章参照)、※4: うち 3,370L/秒が本事業対象、※5: うち 34,277 m が本事業対象、※6: うち 3,341 m が本事業対象、※7: うち 2 基が本事業対象、※8: うち 1,890 戸が本事業対象、※9: うち 221,063 m が本事業対象、※10: うち 22,342 m が本事業対象、※11: うち 28 基が本事業対象、※12: うち 12,775 戸が本事業対象



出典: SABESP 提供資料(GENERAL CONTEXT OF SABESP's PERFORMANCE 等)に基づいて調査団作成

図5.1 きれいな波プログラムの当初全体計画、2011 年見直し全体計画、最新の全体計画の比較



出典: SABESP 提供図面にもとづいて調査団作成

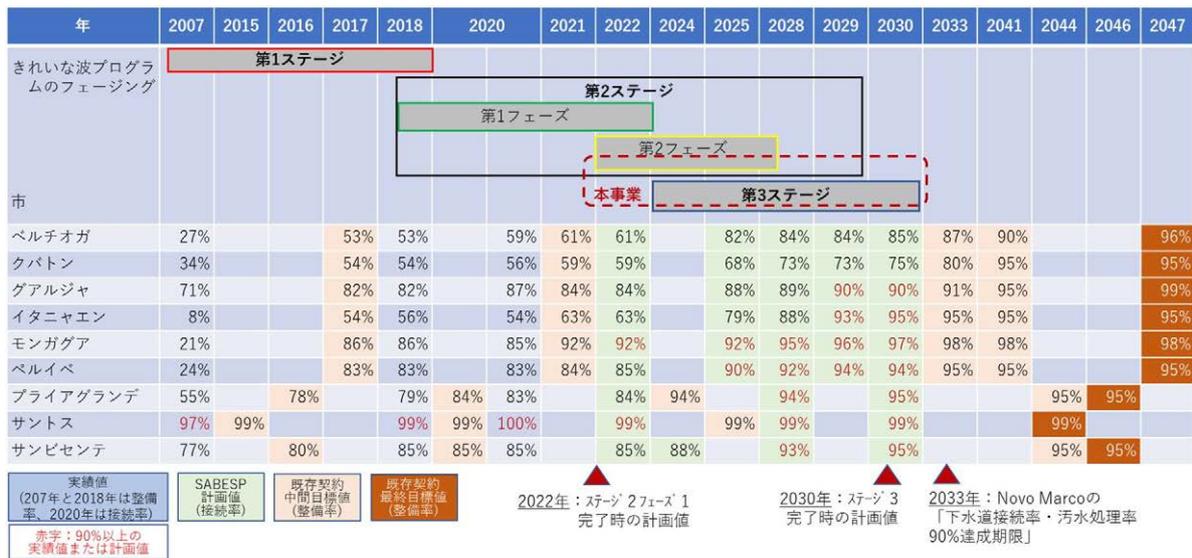
図5.2 きれいな波プログラム(Stage1~3)の全体計画

5.1.2 プログラムの下水道整備目標と実施シナリオ

(1) 下水道整備目標ときれいな波プログラムの整合

図5.3に、きれいな波プログラムの実施に伴う各市における下水道整備率の改善実績と、SABESPが現在想定している今後の改善予定を示す。SABESPと各市の契約は下水道接続率ではなく下水道整備率を指標にしているため、図5.3も整備率をもとにした整理となっている。

Stage1は、各市の下水道普及率を大きく改善し、各市との契約に記載された下水道整備率の2017年のマイルストーンを整備率で全て満足した⁷。



*表5.1と本図でStage2とStage3の実実施スケジュールが異なっている。SABESP提供の資料によって事業スケジュールが異なるため。
出典：SABESP提供の資料をもとに調査団作成

図5.3 きれいな波プログラムの下水道整備率改善実績と今後の目標

今後、SABESPは下水道整備が特に遅れているベルチオガ市、クバトン市、イタニャエン市の下水道整備を急ぐほか、他の都市においても更なる整備を行う。きれいな波プログラムの計画、およびSABESP提供の下水道整備計画をもとに、各市における下水道が今後どのようなプログラムや事業で進められる予定であるかを表5.2に整理する。その実施計画の中で、きれいな波プログラムの開発シナリオは以下のように要約できる。

- Stage2 Phase1：人口の多いサントス市、サン・ビセンテ市、プライア・グランデ市の下水道整備率を更に高めるとともに、整備が遅れている市の1つであるイタニャエン市の下水道整備を進める。
- Stage2 Phase2：イタニャエン市に加え、整備が同様に遅れているベルチオガ市の下水道整備を進めるとともに、人口の多いグアルジャ市の下水道整備率を更に高める。また、ペレイベ市の未整備エリアで人口の多いエリアの整備を進める。
- Stage3：引き続きイタニャエン市の下水道整備を進めるとともに、ペレイベ市の遠隔地など

⁷ Novo Marcoの規定に従い、各市での事業計画を2033年までに下水道処理場接続率90%を満足するよう見直す必要がある(3.1.2節参照)

残りのエリアの整備を行う。

公共用水域の水質保全の観点から、大都市の下水道整備を優先する方針は合理的である。一方で、SABESP が市との契約や Novo Marco の整備目標を満足するには以下のような課題がある。

- Novo Marco が掲げた「2033 年までに下水処理場接続率 90%」の目標を達成するためには 2033 年までに 90%を上回る下水道整備率が必要である。そのため、ベルチオガ市とクバトン市における事業計画では Novo Marco の目標を達成できない。SABESP は現在の整備計画を前倒しする計画を立て両市と合意する必要がある。
- 下水道整備が遅れている 3 市のうちイタニャエン市及びベルチオガ市の下水道整備率はきれいな波プログラム Stage2 の Phase1 及び Phase2 で大きく改善する。一方、クバトン市の下水収集施設はきれいな波プログラムに含まれていないことから、他事業だけで下水道接続数を大きく増加させられるか確認する必要がある。
- ベルチオガ市とクバトン市での事業は Stage2 Phase2 以降である。そのため、市との契約にある 2021 年の現在のマイルストーンを達成する見込みは薄い。
- Stage2 Phase 1 は特にイタニャエン市での下水道整備に注力している。イタニャエン市と同様に下水道整備が比較的遅れているベルチオガ市はクバトン市と同様に SABESP の他事業での整備も想定されており、その実現見込みを確認する必要がある。

表5.2 9 市において現在実施中またはこれから実施される下水収集施設の整備事業

市	きれいな波プログラム Stage2 (2018 年-2023 年)		きれいな波 プログラム Stage3 (2024-2028 年)	SABESP の 他事業 (実施年不明)	民間開発 (実施年不明)
	Phase1 (2018-2023 年)	Phase2 (2022-2026 年)			
ベルチオガ市		✓		✓	✓
クバトン市				✓	
グアルジャ市		✓		✓	✓
イタニャエン市	✓	✓	✓		
モンガグア市	✓				
ペルイベ市		✓	✓	✓	✓
プライア・グランデ市	✓			✓	
サントス市	✓			✓	
サン・ビセンテ市	✓			✓	

出典: SABESP 提供にもとづいて調査団作成

(2) 他事業による下水道接続率の改善

上述のようにクバトン市とベルチオガ市は下水道整備が他の市より遅れているうえ、現在の事業計画では 2033 年までに下水道接続率 90%を達成できない。また、きれいな波プログラムでも下水収集整備の大きな拡張が計画されておらず、Novo Marco の目標を達成できるか不透明である。そこで、SABESP より提供された両市での下水道整備計画から、事業目標の達成に必要な接続数と、計画されている事業による接続数増加の見通し⁸を表 5.3 のように比較した。

表 5.3 から分かるように、両市では、既に地域を特定した下水収集施設の拡張事業が複数計画されている。また、スラム街（ファベラ）の改善事業の一環として SABESP の上下水道サービスを普及する取り組みが予定されている。現在の事業計画では、これらの事業と小規模な管路拡

⁸ ベルチオガ市、クバトン市を含めて SABESP が各市で計画している下水道整備率の目標と事業の一覧は添付資料 5.3 参照

張、既整備地域での接続促進や自然増で2047年の目標接続率を達成する予定である。これを2033年までに接続率90%を達成させるべく両市の事業計画を見直す場合、2033年までに必要な新規接続はベルチオガ市で23,563件、クバトン市で23,966件となる。

コンセプト・スタディより、ベルチオガ市全体では2020年から2033年のあいだに世帯数が66,187件から85,673件まで29.4%増加することが予測されている⁹。これに従うと2033年までに小規模な拡張と自然増で7,224件の接続増加を見込むことができる。これに地域を特定した事業の新規接続数7,708件を加えると14,932件であり、これだけでは2033年までに接続率90%を達成するには8,631接続不足する。2047年までに計画されているファベールの取り込み（新規接続数9,217件）だけで2033年までに8,631件を追加することは容易でないと考えられ、既に下水道が整備されている地域での接続促進により注力する必要がある。

同様に、コンセプト・スタディよりクバトン市内全体では2020年から2033年のあいだに世帯数が47,996件から57,555件まで19.9%増加することが予測されている¹⁰。これに従うと2033年までに小規模な拡張と自然増で5,083件の接続増加を見込むことができる。これに地域を特定した事業の新規接続数5,025件を加えると10,108件であり、これだけでは2033年までに接続率90%を達成するには13,858接続不足する。2045年までに13,810件の新規接続を見込むファベールの取り込みだけで2033年までに8,025件を追加することは容易でないと考えられ、ベルチオガ市と同様に既に下水道が整備されている地域での接続促進により注力する必要がある。

表5.3 調査対象9市における下水道整備目標と計画事業で見込まれる新規接続数

	世帯数*	接続 世帯数	接続 率	新規 接続数	計画事業
ベルチオガ市					
2020年 実績	40,166	24,571	61%	-	-
2033年 計画	53,482	46,625	87%	22,054	- Costa do sol 下水収集施設（きれいな波プログラム Stage2 Phase2、本事業）：1,890 接続、2021 - 2024 年 - Bairro Balneario Mogiano 下水収集施設（きれいな波プログラム Stage2 Phase2）：2,018 接続、2022 - 2025 年
2047年 計画（契約 満了年）	60,734	58,499	96%	33,928	- その他地域での下水収集施設拡張事業（4 事業）：Rio da Praia および Mangue Seco e Jardim das Canções の下水収集施設：3,800 接続、2019 - 2023 年 ⇒ 以上、地域を特定した事業による新規接続数：7,708 件 - ファベールの正規化プログラム：9,217 接続、2024 - 2047 年
2033年に 接続率90% とする場合	53,482	48,134	90%	23,563	- その他、小規模な拡張工事や自然増による接続数増加：接続数未特定 ⇒ 上記事業による新規接続数：計 16,983 接続 + 自然増
クバトン市					
2020年 実績	45,295	25,542	56%	-	-
2033年 計画	55,007	43,959	80%	18,417	- Bairro Vale Verde、V. Elizabeth、V.S. José e Vila Nova、Bairros Cotas 95/100 E 200 の下水収集施設（3 事業）：3,350 接続、2021 - 2025 年 - きれいな波プログラムの未施工事業：1,900 接続、2023 - 2025 年
2047年 計画（契約 満了年）	62,593	59,263	95%	33,721	⇒ 以上、地域を特定した事業による新規接続数：5,250 件 - ファベールの正規化プログラム：13,810 接続、2025 - 2045 年
2033年に 接続率90% とする場合	55,007	49,507	90%	23,966	- その他、小規模な拡張工事や自然増による接続数増加：接続数未特定 - 上記事業による新規接続数：計 19,060 件 + 自然増

*: SABESP のサービスエリア内の世帯数。市全体の世帯数よりも少ない。

出典：SABESP 提供の各市での事業計画をもとに調査団作成

⁹ Relatório de Estudos de Concepção e Estudos Ambientais – RECA, Área de Atendimento : Bertioga – ETE Vista Linda, Volume I, 表 3.1

¹⁰ Relatório de Estudos de Concepção e Estudos Ambientais – RECA, Área de Atendimento : Bertioga – ETE Casqueiro, Volume I, 表 2.40

なお、SABESP は Novo Marco に従い、整備目標を満足するための事業計画につき 2022 年 3 月までに各市と合意する予定だとしている。しかし、契約に関する事業であるため事業計画の見直し内容については調査団と共有できる段階にない。

5.2 きれいな波プログラムの Stage1 及び Stage2 の実績・成果

5.2.1 Stage1 の実績・成果

きれいな波プログラムの Stage1 は以下のように実施された。

- きれいな波プログラムの Stage1 は JBIC（契約: BZ-P15）および JICA（契約: BZ-P18）との合意に従って実施された。建設業者の選定手続きや業者との契約条件は JBIC および JICA の調達ガイドラインに準拠した。また、入札手続きでは、調達ガイドラインに基づいて日本側の承認を得ながら実施された。
- 環境社会配慮の側面についても JBIC および JICA の環境ガイドラインに従った。また、事業の進捗や課題については JBIC および JICA への半年ごとの報告を通じてフォローアップされた。
- SABESP は、JBIC が求めた実施体制の構築を履行した。すなわち SABESP は専属的に本事業を実施する UGP を設立した。
- 円借款契約から工事契約までの間に、SABESP はバイシャーダ・サンチスタ地域の特性に特徴に基づいて事業の全体的な見直しと精緻化を行った。

Stage1 の当初の実施計画と実績の概要を表 5.4 に示す（詳細は添付資料 5.3 参照）。同事業は入札に時間を要し工事開始が 4 年遅れたことで、資機材価格の上昇、主に時間経過に起因する設計の見直しが少なからず発生した。そのため工事に必要な費用が膨れ上がり追加融資に至った。しかし、追加融資後も工期遅れに伴う費用の増加、2014 年から緊急的に行われた首都圏の水不足対策により同事業への予算執行の遅滞が生じた¹¹。

上のような困難の結果、事業期間・費用はともに計画を大幅に上回った。そして、事業の事後評価が行われた 2016 年 12 月時点で、Stage1 の先方負担分未施工分（下水道管路の 3%）としてクバトン市（下水収集管網 1.203 km、新規戸別接続 1,930 戸）、グアルジャ市（下水収集管網 8.815 km、新規戸別接続 2,117 戸、ポンプ場 3 基）、イタニャエン市（下水収集管網 3.374 km、新規戸別接続 1,363 戸）の 3 市が残った。以降は先方負担分未施工分完了のための予算が執行され、2018 年に全ての工事が完了した¹²。工事完了後は SABESP のバイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニットが同事業で建設された施設の運営・維持管理を担っている。

¹¹ 外部事後評価報告書: 円借款「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業 (I)(II)」, アイ・シー・ネット株式会社, 2016 年

¹² 外部事後評価報告書: 円借款「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業 (I)(II)」, アイ・シー・ネット株式会社, 2016 年

表5.4 きれいな波プログラム Stage1 の実績・成果 (2016年12月時点)

項目	対象	計画	実績 (2016年)	成果・備考
成果	水道事業 (Mambu Branco サブシステム)			
	浄水場	1カ所	1カ所	一日最大給水量: 目標値 209.7 千 m ³ /日 (2013年) に対して、実績値 140.2 千 m ³ /日 (2015年) で達成率 68% 上水道普及率: 目標値 100% (2013年) に対して、実績値 92% (2015年) で達成率 93%
	浄水場処理能力	1,600 L/秒	1,600 L/秒	
	導水管	2 km	2 km	
	配水管	66 km	64 km	
	ポンプ場	3基	3基	
	配水池	20,000 m ³	20,000 m ³	
	下水道事業			
	下水処理場	8市9施設	8市9施設	下水処理量: 目標値 711 千 m ³ /日 (2013年) に対して、実績値 639 千 m ³ /日 (2015年) で達成率 90% 下水道接続率: 各市目標値 (2013年) に対して、達成率 83% (2015年) 処理水 BOD 濃度: クバトン、モンガグアを除き目標値達成 (2015年)
	下水処理能力	8,321 L/秒	8,321 L/秒	
	下水道幹線	100 km→122 km	132 km	
	ポンプ場	78基→101基	101基	
	下水収集管網	992 km→1,059 km	1,035 km	
	新規戸別接続	118 千戸→123 千戸	100 千戸	
海中放流管	4.3 km→4.4 km	4.5 km		
事業期間	-	2004年7月～2009年2月	2007年7月～2016年2月	2018年に全事業完了
事業費	外貨	4,985 百万円	707 百万円	2008年12月の追加融資分 合計: 45,393 百万円 円借款分: 19,169 百万円 (1 レアル=42.65 円で換算) (2005年1月～2016年12月平均)
	内貨	34,236 百万円	135,980 百万円	
	合計	39,221 百万円	136,687 百万円	
	円借款分	21,320 百万円	40,489 百万円	
	換算レート	1 レアル=46.61 円		

出典: 外部事後評価報告書「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業」(2016年)及び SABESP 提供資料に基づいて調査団作成

5.2.2 Stage2 の実績・進捗

2021年3月末時点の Stage2 の実績・進捗を表 5.5 及び表 5.6 に示す。Stage2 は現在 Phase1 が実施中で、管路工事は全 Lot が同時並行で実施されており、処理場工事ではプライア・グランデ市の新規下水処理場が完成間近である¹³。各 Lot とともに事業開始当初の工事工程より数ヶ月程度遅延しているものの、土地収用の難航、公的機関からの実施許可の取得、他機関事業との調整を要し、契約実行期限が延長された契約番号 1,622/14 (プライア・グランデの海中放流施設)の建設工事を除き、各契約期限内には問題なく完了する見込みである。Stage2 の Phase1 の詳細について、添付資料 5.4 に示す。また、Stage2 の Phase2 のうち、本事業対象外の部分について概要を表 5.7 に示す。

¹³ SABESP 提供資料(Consortio Onda Limpa 2 - Escopo da Fase 1 da 2ª Etapa do Programa Onda Limpa)

表5.5 きれいな波プログラム Stage2-Phase1 の実績・進捗(管路)

項目	Lot-1	Lot-2	Lot-3	Lot-4	Lot-5	Lot-6	Caruara 海中放流施設
	プライ ア・ グランデ	モンガグア	サン・ピセンテ		イタニャエン		サントス
下水収集管網	16,479 m	26,349 m	5,173 m	25,240 m	27,510 m	26,655 m	12,443 m
下水道幹線	-	-	1,913 m	-	3,964 m	1,540 m	-
ポンプ場	4 基	7 基	4 基	5 基	2 基	3 基	1 基
圧送管	1,172 m	2,953 m	5,449m	1,730 m	422 m	2,732 m	220 m
重力管	808 m	19 m	8 m	18 m	12 m	12 m	15 m
新規各戸接続	2,048 戸	2,815 戸	807 戸	5,569 戸	3,108 戸	3,785 戸	851 戸
進捗(計画)	79.6%	89.0%	87.2%	87.3%	81.5%	71.8%	-
進捗(実績)	55.9%	61.4%	66.2%	37.1%	73.5%	58.8%	-
事業開始	2019/05	2019/05	2019/09	2019/11	2019/06	2019/09	-
事業完了予定	2022/05	2022/05	2022/08	2022/10	2022/05	2022/08	2023/01

出典：SABESP 提供資料(Consorcio Onda Limpa 2 - Escopo da Fase 1 da 2ª Etapa do Programa Onda Limpa)に基づいて調査団作成

表5.6 きれいな波プログラム Stage2-Phase1 の実績・進捗(処理場)

項目	海中放流施設(複数)	Samaritá 下水処理場	Caruara 海中放流施設
	プライア・グランデ	サン・ピセンテ	サントス
下水処理能力	1,380 L/秒	210 L/秒	10.5 L/秒
ポンプ場(最初)	2 基	-	-
ポンプ場(最終)	2 基	-	1 基
圧送管	-	-	35 m
放流渠	6,768 m	270 m	123 m
海中放流管	1,300 m	-	-
進捗(計画)	98.6%	-	-
進捗(実績)	86.8%	-	-
事業開始	2018/11	-	-
事業完了予定	2021/05	2023/01	2023/01

出典：SABESP 提供資料(Consorcio Onda Limpa 2 - Escopo da Fase 1 da 2ª Etapa do Programa Onda Limpa)に基づいて調査団作成

表5.7 きれいな波プログラム Stage2-Phase2(本事業対象外)の概要

項目	対象	
下水処理能力	75L/秒	ベルチオガ市 (Guaratuba 処理場)
下水幹線網	1,073 m	ペレイベ市 (Sub-bacias 10, 11, 08A, 25 E 25A)
下水道管路	267,221 m	ベルチオガ市 (Balneário Mogiano: 31,956m)、クバトン市 (Vale Verde: 4,550m)、グアルジャ市 (Jardim Virgínia e Enseada: 19,173m)、イタニャエン市 (Corumbá, Belas Artes/Centro, Cibratel I e II, Savoy, Laranjeiras, Sabaúna (parte) e Verde Mar (Rede): 167,208m)、ペレイベ市 (Sub-bacias 10, 11, 08A, 25 E 25A: 44,334m)
圧送管	30,822 m	ベルチオガ市 (Balneário Mogiano: 6,839m)、クバトン市 (Vale Verde: 10,600m)、グアルジャ市 (Jardim Virgínia e Enseada: 4,025m)、イタニャエン市 (Corumbá, Belas Artes/Centro, Cibratel I e II, Savoy, Laranjeiras, Sabaúna (parte) e Verde Mar (Rede): 7,387m)、ペレイベ市 (Sub-bacias 10, 11, 08A, 25 E 25A: 1,971m)
ポンプ場	40 基	ベルチオガ市 (158L/s)、クバトン市 (30L/s)、グアルジャ市 (53L/s)、イタニャエン市 (942 L/s)、ペレイベ市 (103L/s)

出典：SABESP 提供資料(Consorcio Onda Limpa 2 - Escopo da Fase 1 da 2ª Etapa do Programa Onda Limpa(2021 年 5 月), CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EXISTENTES(2021 年 7 月))に基づき調査団作成

5.2.3 前段ステージ事業からの教訓

前段ステージとして、完工済みの Stage1 からの教訓を以下に述べる。また、進行中の Stage2 についても、Stage1 の教訓がどのように活かされているかの観点から事業の実施状況を述べる。

(1) Stage1 における本事業に対する教訓

1) 不慮の事態による工事の遅延と長期化

Stage1 は当初 2004 年 7 月から 2009 年 2 月までの 56 カ月で行われる予定であったが最終的に 2007 年 5 月から 2018 年 12 月までの 174 カ月を要した（表 5.8 参照）。この原因として、大きく下記の 4 点が挙げられる。

本事業においては、類似の問題が発生するリスクをなるべく低減するべく、現場の状況に即した施設計画と施工計画、JICA 調達ガイドラインにより基づいた業者選定手続きの実施、遅延リスクも加味した現実的な実施スケジュールの作成、強固な事業実施体制の構築が求められる。

- 入札期間中に①失格業者による提訴があり裁判所の判決を待っての価格応札の実施、②予定価格を大幅に上回る最低価格応札者と 2 年以上の価格交渉、③契約同意後に落札業者メンバー 1 社の他事業での汚職疑惑を受けての次点業者との契約交渉により、一連の事業者選定手続きに 4 年以上の期間を要した。
- 宅地の増設や市からの指示によって、計画していた下水道管路を迂回させざるを得なくなり、管路工事が延伸した。
- 市政の交代が影響で下水道管路工事に対して一時停止指示があり、中断を余儀なくされた。
- 先方負担未施工分ではサンパウロ州の水不足対策に予算が優先され、本事業に割り当てられていた予定が計画どおりに執行されなかった。

2) 工事の長期化に伴う工事費の増大

Stage1 の事業費は計画の 39,221 百万円に対して実績は 141,078 百万円で、実績額は計画額の 3.5 倍にも及んだ(表 5.8 参照)。この原因として、大きく下記の 4 点が挙げられる。

- 環境許可取得時の条件に対応するために工事開始が遅延したことで資機材価格が上昇した（追加費用：233 百万リアル）。
- ①下水処理場の基礎工事時の杭が仕様の深さに打ち込めない中間土層があることが発覚し追加的な作業が必要となったこと、②住宅街の中に位置するサントス市の下水処理場において、臭気と騒音など環境影響を低減するため、沈砂池とそれ以外の施設を別々の建物内に設置させる必要があったこと等により、増額を伴う設計変更を余儀なくされた。
- ブラジル国で義務付けられている 3 段階の環境許認可のうち、第 1 回目の事業の計画段階での環境許認可は取得済みであったが、第 2 回目の下水処理場やポンプ場の工事開始前の環境許認可にかかる付帯条件は、臭気・騒音対策をより厳格化したものであり、より強力な脱臭システムや騒音軽減のポンプモーターを設置が必要となった（追加費用：109 百万レ

アル)。

- 時間経過に伴う設計の見直し（追加費用：140 百万リアル）や推進工法の採用等それに伴う費用が増加した。

表5.8 前段ステージの事業期間と事業費の当初計画と実績の比較

事業費・ 事業期間	当初計画（百万円）			実績（百万円）		
	JICA 融資	その他	合計	JICA 融資	その他	合計
年	2005 年時点			2018 年時点		
2002					143	143
2003					29	29
2004	55	201	256			
2005	1,148	373	1,521		367	367
2006	6,387	2,227	8,614	653	-141	512
2007	6,548	2,289	8,837	2,002	905	2,907
2008	6,479	2,340	8,819	12,462	9,929	22,391
2009	703	739	1,442	6,203	36,284	42,487
2010		800	800	19,150	371	19,521
2011		1,000	1,000		12,253	12,253
2012		1,200	1,200		9,301	9,301
2013		1,500	1,500		3,335	3,335
2014		1,700	1,700		9,029	9,029
2015		2,000	2,000		8,487	8,487
2016		1,532	1,532		4,842	4,842
2017					4,147	4,147
2018					1,327	1,327
合計	21,320	17,901	39,221	40,470	100,608	141,078

出典：SABESP 提供 (Onda Limpa 1ª Etapa - Relatório de Encerramento) に基づいて調査団作成

3) 事業評価を適切に行うための情報の記録・管理

前段ステージは審査時から 10 年を超える事業となり、その経緯も複雑となった。そのため、審査時や事業計画時の状況、想定されていた運用・効果指標の根拠となる資料等の確認が非常に困難な状況となった。事業の実施にあたっては、事業の運用・効果に関するについて実施機関が行う記録や管理の方法と体制を明確にし、JICA 在外事務所が適宜情報共有を求めることが望ましい。

4) 事業モニタリング体制の強化

下水処理場の整備が完了した 2010 年以降、下水道管路と新規接続に多くの費用と期間が費やされ、未施工分が残った。その後、新たに請負業者を募り本事業の先方負担未施工分の契約を結んだことが分かっているが、以降の進捗の記録がなく、2013 年末に事業完了報告書が提出されてからも、JICA 在外事務所への進捗報告もないまま、その後 3 年間は未完部分が残ることとなった。十分な事業モニタリングがなされていなかったことが、未完部分を残した一つの原因であると考えられる。そのため、実施機関と JICA 在外事務所が密にコミュニケーションをとり、事業の進捗と問題点をタイムリーに共有することが、事業効果の発現を担保するために必要である。

5) 本事業スコープ外の地域全体の開発状況に即したアプローチの実施

前段ステージは、地域住民の生活環境改善を目指した事業であるが、雨水量が増加した際には、市が管理する雨水・排水対策が不十分であることから排水溝やマンホールなどから水が地上に溢れ出す。また、それに伴い、排水溝に投棄された生活廃棄物が街中に溢れ出すことで、地域住民の生活環境に悪影響を及ぼすなど、SABESP 単体の事業だけでは、地域住民の生活環境改善には限界があることが課題として残った。単体の事業ではなく、地域の様々なプレイヤーを巻き込む、地域に着目した生活環境改善のためのアプローチが求められる。

(2) Stage1 での教訓がどのように活かされているか、Stage2 での教訓

現在実施中の Stage2 の Phase1 では、Stage1 での教訓を踏まえて、特に工事の遅延と長期化およびそれに伴う工事費の増加を避けるために、関係機関等との事前協議や工事変更に対する早期対応を徹底している。また、不測の事態の発生を考慮し、各ロットの工事契約期間を長くとり、一定の余裕を持たせた工事工程としている。

Stage2 の Phase1 においてこれまでに生じた問題としては、Stage1 でも生じた設計内容の見直しに加え、用地取得の遅延、現場が重複する他事業との工程調整が発生した。その結果、一部のロットでは契約実行期限が延長された。しかし、前述の通り、大きな遅延や予算超過等は発生しておらず、Stage1 での教訓がよく活かされていると言える。現地点の Stage2 における教訓は、Stage1 のような外的要因に対する警戒への比重を高めた結果、内的要因による遅延が若干生じたことである。

現在のところ SABESP は、今後実施予定の Stage2 の Phase2 および本事業のスケジュールや費用に係る懸念事項として、①下水ポンプ場の実施設計のレビューの実施、②環境許認可・工事許認可の所得、③COVID-19 が工事実施や資機材調達等に与える影響、を挙げている。特に③に関しては、感染拡大に伴う労働力の減少、検疫期間中の業務停止等による各関係機関からの認可取得等の遅延、資機材不足と価格高騰等の可能性を懸念している。これらの要素による工事費への影響については「8.3.2 特殊資機材」、「12.4 価格高騰可能性の検討及び感度分析」で分析する。

5.3 本事業既往計画の概要

表 5.9 に、SABESP が JICA に援助を要請している本事業のスコープを示す。表に示すように、本事業の水道コンポーネントは「きれいな波プログラム」の Stage2 Phase 2 に相当する。また、下水道コンポーネントのうち下水処理場は Stage2 Phase2 の大部分、下水収集施設は Stage2 Phase2 の一部と Stage3 の大部分である。

なお、これらのコンポーネントのうち、主に上水道分野と処理場分野が Stage2 Phase2、主に管路分野が Stage3 に該当する。表 5.10 に示すように全コンポーネントが既に詳細設計まで実施されている。下水処理場については詳細設計に先立って、下水処理場の規模、下水処理方法などを検討する「コンセプト・スタディ」が行われている。本調査では、これらコンセプト・スタディと詳細設計を指して「既往計画」または「既往レポート」と呼ぶこととする。

表5.9 きれいな波プログラムの全体計画の概要

対象		Stage2 Phase1 (2018~2022)	Stage2 Phase2 (2022~2026)		Stage3 (2024~2028)		本事業 総計
			他事業	本事業	他事業	本事業	
進捗							
上水道 施設	取水施設	-	-	-	-	-	-
	導水管	-	-	-	-	-	-
	浄水場	-	-	-	-	-	-
	配水管	20,000m	-	32,180m	-	-	32,180m
	ポンプ場	3 基	-	2 基	-	-	2 基
	配水池	40,000 m ³	-	20,000 m ³	-	-	20,000 m ³
下水 処理 場	処理場 (海中 放流施設含む)	2,887 L/s	75 L/s	3,370 L/s	11 L/s	-	3,370 L/s
	放流渠	6,768 m	-	-	-	-	-
	海中放流管	-	-	-	-	-	-
	排水路改修	-	-	-	-	-	-
下水 収集 施設	下水収集管渠	139,849m	265,797 m	34,277 m	37,158 m	221,063 m	255,340 m
	幹線管渠・ 遮集管	7,417 m	1,073m	-	-	7,744 m	7,744 m
	圧送管	14,670 m	30,929 m	3,341 m	4,047 m	22,342 m	25,683 m
	ポンプ場	30 基	40 基	2 基	8 基	28 基	30 基
	下水道接続 戸数	18,983 戸	26,897 戸	1,890 戸	1,145 戸	12,775 戸	14,665 戸

出典：Stage2 Phase1: SABESP 提供資料(Consorcio Onda Limpa 2 - Escopo da Fase 1 da 2ª Etapa do Programa Onda Limpa)
Stage2 Phase2: SABESP 提供資料(Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista 及び
Detalhamento das Etapas do PROGRAMA)に基づいて調査団作成
Stage3: SABESP 提供資料(Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista)

表5.10 本事業に要請されている各コンポーネントの既往レポート(下水道)

市	処理区	コンポーネント	コンセプト・スタディ	詳細設計
ベルチオガ	Centro	下水処理場	2018年10月	2020年2月
	Vista linda	下水処理場	2018年10月	2020年2月
	Costa de Sol	下水管路	時期不明だが実施済	2014年7月
クバトン	Casquero	下水処理場	2018年10月	2020年1月
グアルジャ	Carvalho	下水処理場	2018年10月	2020年1月
イタニャエン	Guapiranga	下水処理場	2018年10月	2020年1月
		下水管路	2013年3月	2014年7月
	Anchieta	下水処理場	2018年10月	2019年12月
		下水管路	時期不明だが実施済	2014年7月
モンガグア	Bichoro	下水処理場	2018年10月	2020年1月
	Barigui	下水処理場	2018年10月	2020年1月
ペルイベ	P1	下水処理場	2018年10月	2020年1月
		下水処理場	2018年10月	2020年1月
	P2	下水管路	時期不明だが実施済	2014年7月

注：下水収集施設については一部の小分区で詳細設計が未実施であり、コンセプト・スタディの後段に当たる基本設計のみ存在する。
出典：調査団作成

また、上水道コンポーネントは本来”Água no Litoral”という別プログラムである。前段事業も含め、円借款事業に関連して便宜上「きれいな波プログラム」に含めることがあり、本調査でもそれを踏襲する。上水道コンポーネントは表 5.11 に示すように一部は既に詳細設計が行われ、残りの施設も現在実施設計が行われているところである（2021年12月時点）。

表5.11 本事業に要請されている各コンポーネントの既往レポート(上水道)

市	コンポーネント*1	水需要予測	コンセプト・スタディ	詳細設計
ペルイベ	ペルイベ拡張配水本管	2018年*2	2017年	2018年
プライア・グランデ	プライア・グランデ送配水 増強施設	2011年*3	2017年	—*4

注1：各コンポーネントで計画されている施設は5.4.4節参照

注2：バイシャーダ・サンチスタ南部システムの水需要予測の見直し調査(Estudos e Projetos Básicos e Executivos das Ampliações da Reserva e da Adução de Água Tratada nos Municípios de Itanhaém e Peruíbe - Região Metropolitana da Baixada Santista)。2011年のマスタープランの水需要を見直したもの。

注3：バイシャーダ・サンチスタ全体の水道マスタープラン(Revisão é Atualização Plan Director de Abastecimento de Água da Baixada Santista)

注4：2021年に詳細設計の業者が選定され、2022年に設計が完了する予定

出典：調査団作成

5.4 本事業既往計画における上水道コンポーネントの要点及び課題

5.4.1 既往計画における SABESP の基本理念・方針

2章から4章で述べた様々なセクター課題及び SABESP の既往計画をレビューした結果、調査団は SABESP が以下の理念・方針に沿って本事業の水道コンポーネントを計画していることを確認した。

- バイシャーダ・サンチスタ地域の水道サービスの質を更に改善する。特に、既存送配水施設の能力を増強することで、拡張される Mambu-Branco 浄水場を活用し、夏季ピーク時に断続的に水圧が低下する地域（南部システムに含まれるペルイベ市、プライア・グランデ市）の水圧を改善し、水圧不足による断水も緩和する。
- ペルイベ市において、既存配水管網で網羅されていない地域に配水本管を敷設し、水道サービスへのアクセスを更に改善する。
- バイシャーダ・サンチスタの豊富でない水資源を最大限活用するため、南部システムから中部システムへの緊急送水管を整備する。これにより、南部と中部で双方向の水融通が可能になる。

なお、水道サービスの質の向上は市民の公共水道への接続を促進する。既往計画は Novo Marco の制定以前に形成されたものであるが、本事業の実施は、Novo Marco による整備目標（2033年までに水道接続率 99%）を全ての市で達成する手段の1つともなる。

以下、既往計画の概要を述べるとともに、上位計画及び前段ステージとの整合性、施設規模の妥当性、施設の基本計画の妥当性などを確認する。

5.4.2 上位計画及び前段ステージとの整合性

(1) きれいな波プログラム内での位置付け

「きれいな波プログラム」は本来下水道整備を対象とした整備計画である。上水道整備計画は別途「Programa Água no Litoral」と呼称されており、その整備計画は4章で述べたように 2011MP を基本として実施されている。

「きれいな波プログラム」での整備対象は全てが南部に位置する「Mambu-Branco システム」の一部で、裨益地域は南部の5市（ペルイベ市、イタニャエン市、モンガグア市、プライア・グランデ市、およびサン・ビセンテ市）である。本事業における水道施設の整備は、表 5.12 に示すように「きれいな波プログラム」の Stage2 として位置づけられている。

表5.12 きれいな波プログラムでの水道事業

きれいな波プログラム		Stage1	Stage2		合計	
対象		BZ-P15/BZ-P18 (2007～2018)	SABESP 資金 (2018～2022)	本事業 (2022～2026)	計	合計
水道 施設	ダム・取水施設	1 施設	-	-	-	1 施設
	原水取水ポンプ場	1 施設	1 施設	-	1 施設	2 施設
	導水管	2,114 m	-	-	-	2,114 m
	浄水場	1 施設(改修) 1.6 m ³ /秒	1 施設(増設) 1.6 m ³ /秒	-	1 施設(増設) 1.6 m ³ /秒	1 施設 3.2 m ³ /秒
	送・配水管	64,367 m	20,000m	32,180 m	52,180 m	116,547 m
	送配水ポンプ場	-	2 基	2 基	4 基	4 基
	配水池	45,000 m ³	40,000 m ³	20,000 m ³	60,000 m ³	105,000 m ³

出典：SABESP 作成のプレゼンテーション資料より

Stage 2 は 2026 年を計画年次としている。2030 年を目標年次として水道施設整備を計画している 2011MP では、2025 年、2030 年における南部システム 5 市の人口を表 5.13 のように予測している。Stage2 の裨益人口は居住人口で約 1.1 百万人、夏季ピーク（1月と2月）の人口で約 1.9 百万人、また年末ピーク時人口では約 2.2 百万人と予測される。

対する事業費は Stage 1 で 420 百万レアル、Stage 2 全体で 292 百万レアル（SABESP 資金 155 百万レアル+円借款事業 137 百万レアル）と見積もられている。

表5.13 南部 5 市における「きれいな波プログラム」による裨益人口

市	2025			2030		
	居住人口	夏季	年末ピーク	居住人口	夏季	年末ピーク
ペルイベ	69,099	137,689	164,775	70,909	139,573	167,261
イタニャエン	102,262	225,897	270,516	106,524	231,234	277,087
モンガグア	54,051	153,111	183,374	57,207	160,012	192,013
プライア・グランデ	442,390	872,573	1,038,714	465,998	911,280	1,086,788
サン・ピセンテ	422,429	456,831	506,867	436,998	469,667	520,531
南部 5 市	1,090,231	1,846,101	2,164,246	1,137,636	1,911,766	2,243,680

出典：Revisão é Atualização Plan Director de Abastecimento de Água da Baixada Santista

(2) Novo Marco との整合性

Novo Marco は、2033 年までに水道接続率をコンセッション契約毎に 99%以上とすることを求めている。バイシャダ・サンチスタ地域の各市は既に概ね 90%以上の接続率となっており Novo Marco の目標達成は全般的に困難でない。しかし、ベルチオガ市については後述の表 5.17 に示す通り、2011MP において 2030 年に至っても 76%の接続率が想定されていることから、Novo Marco との不整合が生じている。

また、4 章 4.1 節 (2)で述べたように下水道整備率と下水道接続率のあいだにはベルチオガ市以外でも乖離があり、各市の乖離は 5%から 8%である。社会調査の結果¹⁴によると、上水道に接続していない人々は自宅の井戸、接続のある近隣住宅、不正接続により水を得ている。接続率 99%を達成するにはそのような世帯の殆どが SABESP への接続に切り替わる必要があるが、不正接続

¹⁴ 2 章 2.4.2 (2) 1 「水の確保」参照

の摘発以外に SABESP のできることはあまりなく、Novo Marco の達成は容易ではない。SABESP は Novo Marco に従い、整備目標を満足するための事業計画につき各市と合意する予定だとしているが、契約に関する事業であるため事業計画の見直し内容については調査団と共有できる段階にない。

5.4.3 バイシャーダ・サンチスタ地域全体の水需要予測

(1) 人口予測

対象地域における最新水需要予測は 2011MP で実施されており、基本的に 2000 年に実施した国勢調査結果をベースにしている。2011MP で作成された水需要予測の概要を以下に記述する。

将来人口の予測では対象地域の経済発展について 3 通りのシナリオを想定しており、そのうちシナリオ 2 を水需要予測の基本条件と設定している。

- シナリオ 1 : 過去の統計データ（出生率、死亡率、流入・流出人口）の傾向をもとにした予測。対象地域において新たに計画されている大規模開発プロジェクトの影響は考慮していない。
- シナリオ 2 : 大規模な経済インフラ整備（サントス港増強）、不動産投資等による大幅な景気拡大を想定した予測。
- シナリオ 3 : Peruibe 港（Porto Brasil）の新規開発による更なる経済発展（特に南部のペルイベ市、イタニャエン市、モンガグア市に大きく寄与する）を想定した予測。

当該地域は中南米地域では最も人口が集中しているサンパウロ大都市圏から車輛移動で 1-2 時間の場所に位置し、年末年始を含む夏季にはマリーナレジャーを楽しむ非常に大きな流動人口が発生し、これに伴い水需要・使用量も大きく増大する。夏季シーズン中でも最も流動人口が増大するのは年末年始の数日間である。オフシーズンである他の月（特に冬季）はほぼ定住人口のみとなる。

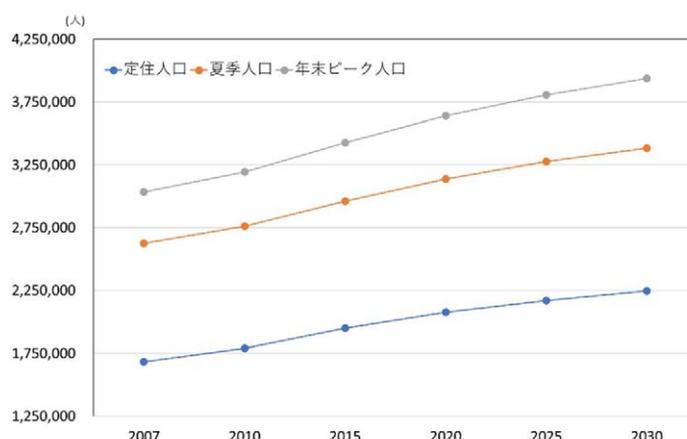
表 5.14 及び図 5.4 に示すように、2010 年時点の地域全体で夏季はオフシーズン時（居住人口）の 1.5 倍、年末のピーク時は 1.8 倍の人口となる。市別に見ると、この増加は 9 市のうちクバトンとサン・ビセンテ市を除き顕著であり、2-3 倍（サントス市は 4 倍の増加）となっている。サン・ビセンテ市は他の市ほどの違いではないが年末ピーク時で約 25%の人口増が見られる一方で、工業都市であるクバトン市では年末ピークでも殆ど人口の増加が見られない。

将来人口予測では、サントス市を除き全ての市で今後も人口が増加することが予測されている。また、オフシーズンの居住人口と夏季人口の増加割合の傾向は全ての市において 2010 年時点の状況と変わらないと予測されている。地域全体の人口は居住人口が 2010 年の約 1,790 千人から 2030 年の 2,247 千人に 25%増加、夏季人口は 2,764 千人から 3,385 千人へ 22%増加するとの予測である。

表5.14 2011MPにおける各市の人口予測

市 (行政区)	2010			2015			2020		
	居住人口	夏季	年末ピーク	居住人口	夏季	年末ピーク	居住人口	夏季	年末ピーク
ペルイバ	60,759	123,269	146,467	64,281	129,787	154,670	66,799	134,004	160,059
イタニャエン	86,897	194,408	231,126	92,839	206,705	246,404	97,583	216,896	259,257
モンガグア	44,681	128,416	152,620	48,186	134,771	160,375	51,012	143,644	171,520
プライア・グランデ	293,889	657,346	779,607	353,532	737,046	874,641	405,978	814,749	968,167
サン・ピセンテ	351,867	392,890	438,571	383,508	421,590	469,211	406,868	442,832	491,887
クバトン	126,548	129,193	129,755	135,431	138,312	138,924	142,083	144,897	145,495
サントス	441,413	509,524	599,952	442,361	507,993	601,057	441,641	504,960	600,026
グアルジャ	338,872	502,754	567,697	379,501	548,711	619,903	411,866	588,161	665,486
ベルチオガ	45,076	126,068	149,815	49,364	137,832	164,029	53,182	149,057	177,824
計	1,790,000	2,763,868	3,195,611	1,949,002	2,962,747	3,429,214	2,077,012	3,139,200	3,639,721
市 (行政区)	2025			2030					
	居住人口	夏季	年末ピーク	居住人口	夏季	年末ピーク			
ペルイバ	69,099	137,689	164,775	70,909	139,573	167,261			
イタニャエン	102,262	225,897	270,516	106,524	231,234	277,087			
モンガグア	54,051	153,111	183,374	57,207	160,012	192,013			
プライア・グランデ	442,390	872,573	1,038,714	465,998	911,280	1,086,788			
サン・ピセンテ	422,429	456,831	506,867	436,998	469,667	520,531			
クバトン	149,384	152,403	153,044	156,619	159,749	160,414			
サントス	441,188	503,002	599,883	441,783	501,819	600,264			
グアルジャ	432,415	614,488	696,709	450,998	638,609	725,552			
ベルチオガ	56,427	160,951	192,690	59,607	172,802	207,645			
計	2,169,646	3,276,943	3,806,571	2,246,643	3,384,743	3,937,553			

出典：Revisão é Atualização PLAN DIRECTOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA SANTISTA (2011)



出典：Revisão é Atualização PLAN DIRECTOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA SANTISTA より調査団作成

図5.4 2011MPにおけるバイシャーダ・サンチスタ地域全体の人口予測

2011MPでは、定住家屋および別荘（非定住）数の予測も人口予測に合わせ実施している。その予測結果を表5.15に示す。

表5.15 2011MPにおける家屋数予測(定住家屋、別荘)

市(行政区)	2010			2015			2020		
	定住	別荘	計	定住	別荘	計	定住	別荘	計
ペルイベ	19,841	23,530	43,371	21,939	26,018	47,956	23,562	27,943	51,505
イタニャエン	27,766	41,570	69,336	31,029	46,455	77,484	34,037	50,958	84,994
モンガグア	12,839	29,480	42,319	14,427	32,259	46,686	16,402	36,185	52,587
プライア・グランデ	90,127	134,948	225,075	112,274	152,839	265,114	133,192	172,258	305,450
サン・ピセンテ	103,759	29,317	133,076	116,902	31,115	148,017	128,014	32,716	160,730
クバトン	38,260	5,564	43,823	43,971	6,394	50,365	49,334	7,078	56,412
サントス	151,924	42,486	194,409	158,248	43,716	201,964	163,234	44,620	207,854
グアルジャ	102,194	64,748	166,943	119,809	71,595	191,404	135,546	78,695	214,241
ベルチオガ	13,089	28,411	41,501	14,814	32,689	47,503	16,807	37,086	53,892
計	559,800	400,053	959,853	633,413	443,081	1,076,494	700,129	487,538	1,187,667
市(行政区)	2025			2030					
	定住	別荘	計	定住	別荘	計			
ペルイベ	25,036	29,691	54,726	26,208	31,080	57,288			
イタニャエン	36,719	54,973	91,692	38,730	57,984	96,714			
モンガグア	18,448	40,327	58,775	20,331	43,834	64,165			
プライア・グランデ	149,543	189,516	339,059	161,862	205,128	366,990			
サン・ピセンテ	136,939	34,066	171,005	145,666	35,349	181,015			
クバトン	55,088	7,904	62,991	59,723	8,569	68,291			
サントス	167,503	45,569	213,073	171,387	46,455	217,842			
グアルジャ	147,685	84,856	232,541	159,127	91,431	250,558			
ベルチオガ	19,076	42,093	61,169	21,602	47,667	69,269			
計	756,036	528,996	1,285,031	804,635	567,497	1,372,132			

出典: Revisão é Atualização PLAN DIRECTOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA SANTISTA (2011)

(2) 水使用量原単位

2011MP は、2007 年の水使用量実績をもとに、水需要予測で用いる原単位を予測している。2011MP で参照されている 2007 年の「夏季ピーク期間平均使用水量」および「非ピーク期間平均使用水量」を表 5.16 に示す。

表5.16 1 接続あたりの月使用水量実績値

分類	市/地域	夏季ピーク期間	非ピーク期間 の水消費量減少率	非ピーク期間の
		平均水消費量 (m ³ /接続/月)		平均水消費量 (m ³ /家屋・建物/月)
1	クバトン	18	—	18
	サン・ピセンテ (本土側)	15	—	15
2	ペルイベ	15	0.87	13
	イタニャエン			
	モンガグア			
3	プライア・グランデ	17	0.88	15
	グアルジャ	19	0.89	17
	ベルチオガ			
4	サン・ピセンテ (半島部)	20	0.95	19
	サントス	22	0.95	21

注: 2007 年 1 月から 12 月の消費水量データをもとに算出されたもの

出典: Revisão é Atualização PLAN DIRECTOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA SANTISTA

上表のように、2011MP は各市を夏季とオフピークの使用水量の差異によって 4 つのグループに分類し、水需要予測における平均使用水量（水使用原単位）の設定に用いている。グループ 1 は夏季流動人口がほとんどない市であり、年間を通し使用量に変化はないと推定している。次に、グループ 2 およびグループ 3 は夏季流動人口が多い市であり、居住人口のみとなるオフピーク期間の使用水量は夏季の 87% から 89% になる。また、グループ 4 は夏季流動人口がグループ 2 およびグループ 3 ほど多くなく、オフピーク期間の消費水量は夏季の 95% になる。

水使用原単位の将来値は、上で得られた値が 2011 年当時から 2030 年まで変化しないものとして設定している。この設定の論拠として、2011MP は一家屋・建物あたりの構成人数は減少する（一方で一人当たりの使用水量は増加する）、1,000 m³/日以上を消費する大口水消費者の使用量は当面変化しない、家庭用水需要と他の用途（工業、商業、公共用、など）の需要の比率も当面変化しないことが挙げられている。

(3) 水道接続率

SABESP による水道接続率予測（2007-2030）を表 5.17 に示す。ベルチオガ市を除き 2025 年までに 98%、2030 年には 100% の接続率が達成されると予測している。ベルチオガ市での普及率が低い要因について、2011MP は同市が富裕層を多く擁する地域で井戸など個人所有の水源を持つ家庭が多く、公共水道への接続率が大きく増加しないためとしている。

ただし、表中に示した 2020 年の実績値と比較すると、実際の接続率は 2011MP の想定よりも全市で低い。2020 年の整備率と接続率を比較すると全ての市で接続率が整備率を 4% から 8% 下回っている。整備率と接続率の分母に空き家が少なからず含まれていることも一因であるが、社会調査の結果¹⁵によると、この差異は、自宅の井戸を水源とする世帯、近隣住宅から水を得ている世帯、不正接続を行っている世帯が主な要因である。しかし、クバトン市とグアルジャ市は 2020 年の接続率が 2011MP の予想接続をも下回っており、これは水道施設の整備が 2011MP の想定より遅れていることを示している。

表5.17 2011MP における SABESP サービスエリア内の水道接続率の予測と 2020 年の実績値

市・地域	2007	2010	2015	2020	(2020 実績)		2025	2030
					整備率	接続率		
ペルイベ	94%	95%	97%	98%	99%	94%	99%	100%
イタニャエン	90%	91%	94%	96%	95%	90%	98%	100%
モンガグア	97%	97%	98%	99%	100%	93%	99%	100%
ブライア・グランデ	92%	93%	95%	97%	100%	96%	99%	100%
サン・ビセンテ								
サン・ビセンテ（本土側）	77%	82%	90%	94%	99%	91%	97%	100%
サン・ビセンテ（半島部）	98%	98%	98%	99%			99%	100%
クバトン	72%	83%	89%	94%	87%	82%	97%	100%
サントス	100%	100%	100%	100%	100%	95%	100%	100%
グアルジャ								
Vicente de Carvalho	74%	79%	86%	92%	86%	78%	98%	100%
グアルジャ	75%	80%	86%	92%			98%	100%
ベルチオガ	61%	66%	69%	72%	88%	82%	74%	76%

出典：Revisão é Atualização PLAN DIRECTOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA SANTISTA

¹⁵ 第 2 章 2.4.2 (2) 1 参照

(4) 損失水量

2011MPにおける水需要予測は損失水量が徐々に減少すること見込んでいる。すなわち、配水損失指標（1接続1日あたりの損失水量）（índice de perdas na distribuição：IPDt）が表5.18に示す「過去の傾向をもとにした現実的なシナリオ」のように減少するとしている。

表5.18 2011MPが想定している損失水量の低減見通し

市/地域	IPDt 実績値 (L/接続/日)		IPDt 予測値 (L/接続/日)				
	2007	2008	2010	2015	2020	2025	2030
ペルイベ	229	166	166	166	166	166	166
イタニャエン	213	199	199	199	199	199	199
モンガグア	238	159	159	159	159	159	159
プライア・グランデ	617	555	543	514	484	454	425
サン・ビセンテ（本土側）	523	414	404	380	355	331	307
サン・ビセンテ（半島側）	891	705	694	667	641	614	588
サントス	459	457	449	427	405	383	361
クバトン	497	419	408	384	354	327	300
グアルジャ	1,207	623	623	613	537	501	465
Vicente de Carvalho	810	647	639	618	598	577	557
ベルチオガ	345	398	391	374	356	339	321

出典：Relatório de Avaliação de Perdas e de Ações para Redução de Perdas (RAPDAABS 2007 – 2030)

(5) 水需要予測結果

上の（1）から（4）の条件をもとに2011MPが提示した夏季水需要の予測結果を表5.19に示す。2011MPは上表の水需要予測値をもとに水道施設を計画している。

表5.19 2011MPにおける水需要予測結果

市・地域	水需要予測(夏季:1-2月ピーク時の日最大水需要) L/秒					
	2008	2010	2015	2020	2025	2030
ペルイベ	340	365	391	411	428	441
イタニャエン	519	550	612	671	728	773
モンガグア	331	348	376	408	442	474
プライア・グランデ	2,078	2,193	2,525	2,873	3,144	3,338
サン・ビセンテ（本土側）	367	392	470	535	583	631
南部システム計	3,635	3,848	4,374	4,898	5,325	5,657
サン・ビセンテ（半島側）	1,272	1,287	1,322	1,339	1,339	1,347
クバトン	509	512	571	616	660	696
サントス	2,112	2,132	2,157	2,174	2,190	2,194
中部システム計	3,893	3,931	4,050	4,129	4,189	4,237
Vicente de Carvalho	484	520	618	705	772	812
グアルジャ	1,197	1,250	1,410	1,537	1,661	1,748
グアルジャ小計	1,681	1,770	2,028	2,242	2,433	2,560
ベルチオガ	310	352	404	459	514	568
北部システム計	1,991	2,122	2,432	2,701	2,947	3,128
合計	9,519	9,901	10,856	11,728	12,461	13,022

出典：Relatório de Avaliação de Perdas e de Ações para Redução de Perdas (RAPDAABS 2007 – 2030)

水道施設の目標年次となっている2030年の人口予測（表5.14より3,384,743人）と水需要予測（表5.19より13,022 L/秒（=1,125,000 m³/日））から一人当たり水使用量を逆算すると330 L/人/日となる。この値から損失水率を30%として一人一日あたりの実使用水量を求めると230 L/人/日である。これはブラジル国の経済レベルから考えられる一人一日あたり使用水量として妥当な水準であり、2011MPの水需要予測は概ね現実的なものと考えられる。

なお、本事業でポンプ場・配水池を整備するプライア・グランデ市 Boqueirão 配水区の水需要予測については 5.4.4 で検証する。

5.4.4 水道施設の基本計画

「きれいな波プログラム」の水道コンポーネントは南部システムに属する Mambu-Branco サブシステムの増強を図るものである。このうち Stage1 は既に完成し、Stage2 は本事業で実施されるコンポーネントを除き全てが建設段階または入札手続き実施中である。SABESP の既往計画より、「きれいな波プログラム」における Mambu-Branco サブシステムの改修・拡張工事の全スコープを表 5.20 に示す。また、そのうち本事業で実施される送配水施設の概要を図 5.5 に示す。本事業は、Mambu-Branco サブシステムの送配水システムの末端部にあたる。

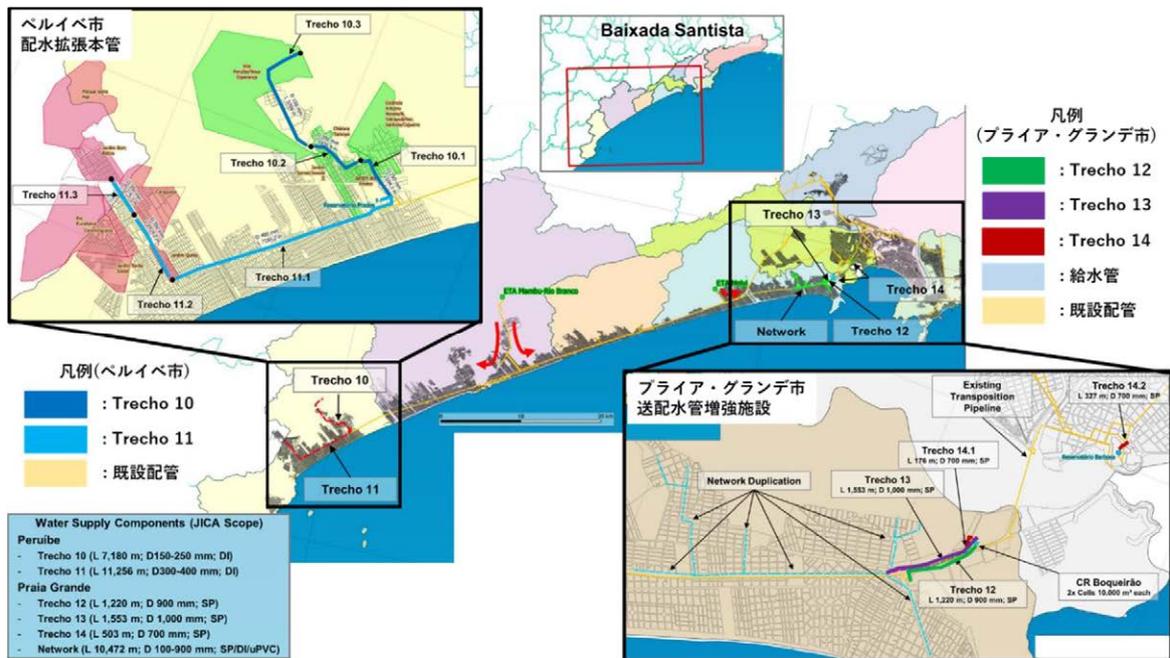
表5.20 Mambu-Branco サブシステム事業の仕様と進捗

対象施設	能力	形式及び特徴	進捗
1. 取水及び浄水施設			
(1) Mambu-Branco 取水ダム		コンクリート重力式 H 15 m, L 200 m, V-15,000 m ³	完成(2013年)
(2) 原水導水施設			
Mambu (既存)	600 L/秒	Φ700 mm, L = 7,230 m	-
Branco	2,600 L/秒	Φ1,500 mm, L = 1,035 m	2010年
(3) 浄水場			
第1ステージ	1,600 L/秒	凝集・沈殿・ろ過・消毒	2013年
第2ステージ	1,600 L/秒 (拡張: 3,200 L/秒)	凝集・沈殿・ろ過・消毒	建設中 (2022年完成予定)
2. 配水池 / ポンプ場			
2-(1) 配水池 (浄水場第2ステージ)	40,000 m ³	鉄筋コンクリート造、Φ 55.40 m x 有効水深 4.15 m x 4 池	建設中 (2022年完成予定)
2-(2) ポンプ場 Suarão	2,000 L/秒	ポンプ 2 台内 1 台予備 Q: 1,000 L/秒, H: 35 水頭, 横軸形うず巻ポンプ	入札中 (2023年完成予定)
2-(3) ポンプ場 Cibratel	1,040 L/秒	ポンプ 4 台内 1 台予備 Q: 295 L/秒, H: 70 水頭, 横軸形うず巻ポンプ	
3. 送水管			
(1) Trecho 1 及び 2	1,988.75 L/秒	Φ1200 mm, L=425.39m ; Φ1200 mm, L=648.30m	入札中 (2023年完成予定)
(2) Trecho 3 及び 4	883.91 L/秒	Φ600 mm, L=38.23 m; Φ600 mm, L=35.41m	
(3) Trecho 5	275.77 L/秒	Φ600 mm, L=5,309.14 m	
(4) Trecho 6	174.30 L/秒	Φ600 mm, L=9,224.40m	
(5) Trecho 7	101.47 L/秒	Φ300 mm, L=208.79 m	
(6) Trecho 8	174.30 L/秒	Φ400 mm, L= 328.11m	
(7) Trecho 9	122.20 L/秒	Φ400 mm, L=3,458.79m	
4. ペルイベ配水拡張本管			
(1) Trecho 10		口径 150~250mm 管路総延長= 7178.00m	詳細設計業務完了 (2018年) (SABESP の既往計画 では 2025 年施工完了 予定)
10-1	64.09 L/秒	Φ250 mm, L=1,594.05 m	
10-2	25.04 L/秒	Φ200 mm, L=1,876.94 m	
10-3	10.62 L/秒	Φ150 mm, L=3,709.01 m	
(2) Trecho 11		管路延長 = 11,256.00m	
11-1	125.12 L/秒	Φ400 mm, L=7,556.16 m	
11-2	100.76 L/秒	Φ300 mm, L=2,424.16 m	
11-3	46.34 L/秒	Φ200 mm, L=1,275.68 m	
5. プライア・グランデ送配水増強施設 (Boqueirão 配水区への送配水施設と中部への緊急送水施設)			
5.1 配管 / 配管網		口径 400~900 mm 管路総延長=3,276 m	
(1) Trecho 12	1,085 L/秒	D900 mm, L=1,220 m	詳細設計業務入札完

対象施設	能力	形式及び特徴	進捗
(2) Trecho 13-主配管	1,627 L/秒	D900 mm, L=1,553 m	了(2021年5月) (SABESPの既往計画 では2025年施工完了 予定)
(3) Trecho 14	500 L/秒	D700 mm, L=176 m	
(3.1) Trecho 14-1 (南部から中部への既存 管との連結管)			
(3.2) Trecho 14-2	500 L/秒	D400mm, L=327m	
(4) Boqueirão 供給地域に おける配水網		口径 100~900 mm 管路総延長=10,472m	
(4)-1	-	D900 mm, L 10 m	
(4)-2	-	D600 mm, L 1,779 m	
(4)-3	-	D500 mm, L 1,296 m	
(4)-4	-	D400 mm, L 1,912 m	
(4)-5	-	D300 mm, L 2,459 m	
(4)-6	-	D200 mm, L 1,922 m	
(4)-7	-	D100 mm, L 1,094 m	
5.2 ポンプ場・配水池			
(1) Boqueirão 配水池	20,000 m ³	鉄筋コンクリート造、幅 20m x 長さ 50 m x 推進 10 m x 2 池	
(2) ポンプ場	1,660 L/秒	ポンプ 2 台内 1 台予備、吐出量 830 L/秒、全揚程 30 m	
(2)-1 ポンプ場			
(2)-2 ポンプ場	500 L/秒	ポンプ 2 台内 1 台予備、吐出量 250 L/秒、全揚程 65 m	

注：着色部が既往計画において予定されている本事業のスコープ

出典：SABESP 提供資料から調査団が作成



出典：SABESP 提供資料にもとづき調査団が作成

図5.5 本事業の水道コンポーネントで実施される水道施設の概略図

Mambu-Branco サブシステムは大きく南部システムの水供給の安定に寄与することは明らかであるが、2011MPによるとこのシステムの整備後も2030年には水需要に対して供給水量が不足する予測となっている。すなわち、本事業により Mambu-Branco サブシステムが完成しても、2030年以降は再び中部システムからの補完導水が夏季ピーク時に必要となる。

本事業で整備する送配水施設のうちペレイベ配水拡張本管はペレイベ市の既存配水エリアの水圧改善、夏季に発生する断水の解消、一部遠隔地への水道サービスの拡大を目的としている。一

方、プライア・グランデ送配水増強施設は、Boqueirão 配水システム配水区の水圧改善と断水解消に加え、Mambu-Branco サブシステムの拡張により発生し得る南部の余剰水を中部に補完的に送水する機能を整備することが目的である。Mambu-Branco システムの拡張によりプライア・グランデ市内で Meivi 浄水場が配水するエリアの多くが Mambu-Branco の配水エリアに置き換わり、これにより発生する Melvi 浄水場の余剰水が Boqueirão 配水システムエリアに追加的に送配水される。

5.4.5 Mambu-Branco サブシステムの水需要予測

(1) 南部システムにおける水需要予測の更新

5.4.3 節で 2011MP が行ったバイシャーダ・サンチスタ地域における水需要予測について述べたが、南部システムについては Mambu-Branco サブシステムの拡張に関連する地域を対象に 2018 年の調査¹⁶で水需要予測の見直しが行われている。2011MP では、対象地域の経済発展を 3 通りのシナリオで想定し、そのうちシナリオ 2 を水需要予測の基本シナリオと設定していた。一方、2018 年の調査では 2015 年における水消費実績値を 2011MP での 2015 年予測値と比較し、その低減率を 2011MP 予測値に乗じた予測値（シナリオ 4）を採用した。

シナリオ 4 の水需要予測値は実際の消費量に最も近いシナリオとして採用されたが、それでも実際の消費量よりもやや高い数値を示している。これは、2014 年に発生した水危機により、この地域の消費量が顕著に減少したことに起因するものと結論づけることができる。SABESP はこの消費傾向が今後も続くと考えているが、今後の水需要予測の条件としてはシナリオ 4 を採用している。

表 5.21 に 2018 年の調査で行われた、南部システムの水需要予測の見直し結果を示す。2022 年に予定されている見直しマスタープランが完成するまでは 2011MP が最新のマスタープランであるが、Mambu-Branco サブシステムのうち Peruibe 配水拡張本管（Trecho 10 と 11）及びこれら配水本管の上流部にあたる送水管 Trecho 1-9（建設工事の入札中）は 2018 年の水需要予測をもとに計画・設計されている。

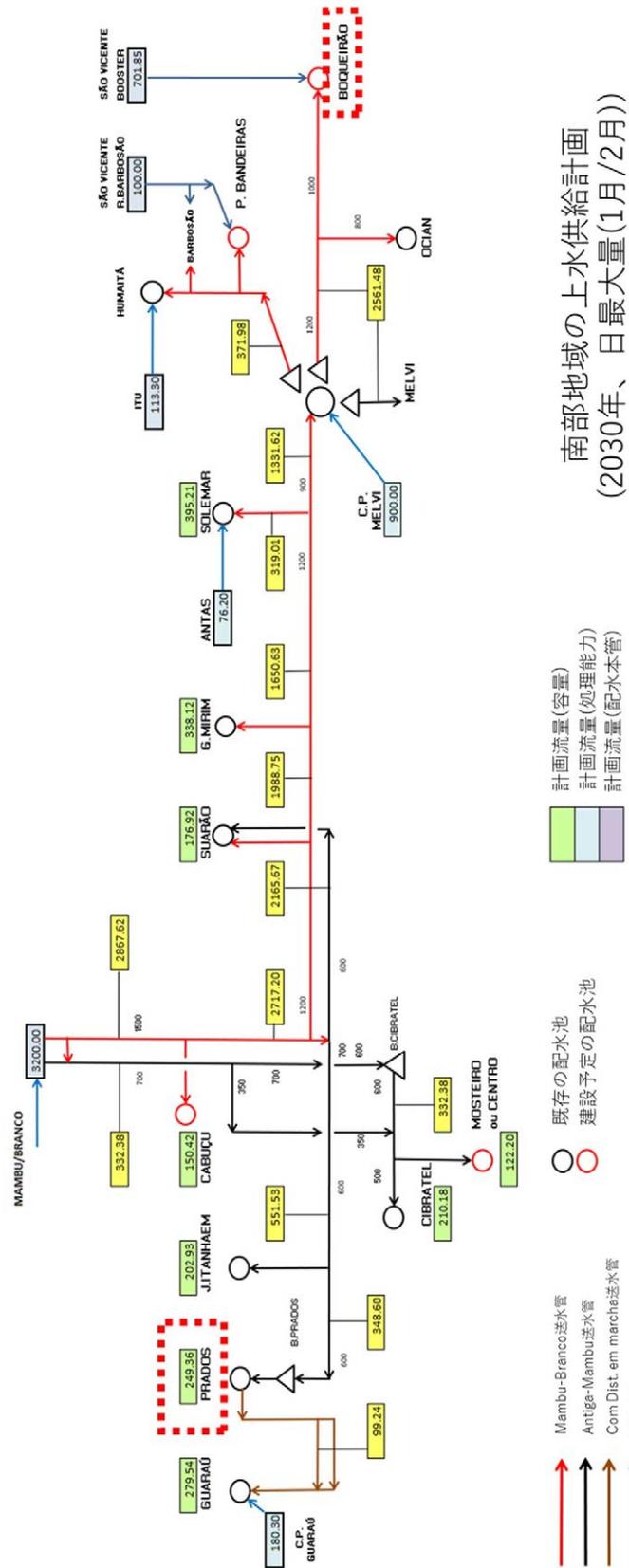
¹⁶ Estudos e Projetos Básicos e Executivos das Ampliações da Reservação e da Adução de Água Tratada nos Municípios de Itanhaém e Peruibe - Região Metropolitana da Baixada Santista

表5.21 2011MPと2018年見直し水需要予測比較(南部システム)

市・地域	調査	水需要予測 (夏季ピーク時の日最大水需要) L/秒			
		2015	2020	2025	2030
ペルイベ	2011MP	391	411	428	441
	2018年調査	379	389	404	415
イタニャエン	2011MP	612	671	728	773
	2018年調査	560	586	631	665
モンガグア	2011MP	376	408	442	474
	2018年調査	354	373	401	428
プライア・グランデ	2011MP	2,525	2,873	3,144	3,338
	2018年調査	2,254	2,483	2,677	2,816
サン・ビセンテ (本土側)	2011MP	470	535	583	631
	2018年調査	440	489	522	555.93
南部システム計	2011MP	4,374	4,898	5,325	5,657
	2018年調査	3,986	4,320	4,635	4,880

出典: Relatório de Avaliação de Perdas e de Ações para Redução de Perdas (RAPDAABS 2007 – 2030)と Estudos e Projetos Básicos e Executivos das Ampliações da Reservação e da Adução de Água Tratada nos Municípios de Itanhaém e Peruíbe - Região Metropolitana da Baixada Santista (2018)から調査団が作成

本事業の対象施設を含む南部送水システムの系統図を図 5.6 に示す。図中に示されている数値(計画流量)は2018年の見直し水需要予測に従ったものとされているが、それを裏付ける資料は確認できなかった。ペルイベ配水拡張本管は図中 Prados 配水池からの配水本管であり、プライア・グランデ送配水増強施設は Boquierao 配水池・ポンプ場とその関連送配水管である。



出典：Estudos e Projetos Básicos e Executivos das Ampliações da Reservação e da Adução de Água Tratada nos Municípios de Itanhaém e Peruibe - Região Metropolitana da Baixada Santista (2018)をとも調査団作成

図5.6 南部送水システム模式図と2030年における日最大水需要に対応する計画流量

(2) Boqueirão 配水区の計画流量

本事業で行う Boqueirão 配水区の送配水施設は、ペルイベ配水拡張本管と異なり 2018 年の水需要予測のレビュー後の設計見直しが行われていない。すなわち、送配水施設の計画流量は 2011MP の予測値に基づいている。また、本事業で整備する送配水施設は 2011MP において 2020 年を目標年次として計画されたままであり既に計画年を過ぎている。

また、既往の設計資料によると Boqueirão 配水池への送水管（Trecho 12）の設計流量は 1,085 L/秒であるが、2011MP での Boqueirão 配水区における日最大水需要（2020 年：1,146 L/秒、2030 年：1,308 L/秒）でいずれとも異なっており不合理である。

(3) Boqueirão 配水区の水需要予測検証

2011MP の水需要予測を検証する目的で、調査団は 2011MP での手法に則って Boqueirão 配水区の水需要予測を再現した。表 5.22 に示す通り調査団の再現計算と 2011MP の水需要予測は近似しており、2011MP における計算の確かさは確認された（再現計算の詳細は添付資料 5.5）。

表5.22 調査団による Boqueirão 配水区の 2011MP における水需要予測の検証結果

年	日平均水需要 (L/秒)	日最大水需要 (L/秒)	時間最大水需要 (L/秒)
2020	1,025.68	1,176.12	1,627.44
	985.46	1,145.99	1,627.57
2025	1,126.62	1,294.04	1,796.28
	1,065.81	1,240.28	1,763.70
2030	1,146.77	1,317.03	1,827.79
	1,122.84	1,307.91	1,863.10

出典：調査団作成

(4) 計画の問題点

1) 更新後のマスタープランとの整合性確保

2022 年完成予定で改定中のマスタープランにおいて、水需要予測の修正とそれに伴う各施設の設計流量・施設計画の見直しが行われる。本事業の対象施設のうち Peruibe 配水拡張本管は既に詳細設計まで行われているため、入札を行う前に改定後のマスタープランに合わせた見直し設計を行う必要がある。また、Boqueirão 送配水増強施設については、現在行われている詳細設計の中で改定後のマスタープランに応じた設計を行うことが望ましい。

上の見直し設計にあたってはまず、Mambu-Branco サブシステムを中心とした南部システム全体の包括的な送配水計画の検証が必要である¹⁷。Mambu-Branco サブシステムの浄水能力は Stage2 の実施によって当初のおよそ 4 倍まで拡張される。しかし一方で南部システムの基幹送水施設は殆ど拡張されておらず、2 つの限られた区間の送水管路 2 重化と 2 つのポンプ場の拡張・新設にとどまっている。また、新規の送水管整備も限られている。

2) 南部から中部への緊急送水量の妥当性

本事業では、Boqueirão 配水池から中部システム（サントス市およびサン・ピセンテ市）への緊

¹⁷ 現在見直し中のマスタープランで検証が行われていれば、マスタープラン改定後の再検証は不要である

急送水用ポンプと送水管の建設が計画されており、その計画流量は 500L/秒である。この変更は、渇水時の安全性と運用の柔軟性を高めることを目的としており、実施されると、緊急事態に備えて従来の中部から南部のみならず南部から中部への緊急送水が可能になる。しかし、上の計画流量（500L/秒）は中部で不足する水量を定量的に分析した結果ではなく、現在の中部から南部への計画流量を準用したものである。すなわち、中部への緊急送水施設の施設能力は定量的根拠が薄い。この点も、改定中のマスタープランをもとに南部から中部への融通水量を設計条件として決定する必要がある。

3) Melvi 浄水場の改善の必要性

本事業実施後、Boqueirao 配水区では Melvi サブシステムが主要水源となる。4 章で述べたように Melvi 浄水場には規定で義務付けられているろ過施設が備えられていない。今のところ Melvi 浄水場の水も水質基準を満足しているが、ろ過施設のない水道施設は、都市化の進行による水源水質の悪化または突発的な事象による水質悪化に対して脆弱である。したがって、Melvi 浄水場へのろ過施設の設置はリスク管理のために近い将来必要な施策と考えられる。

4) 本事業実施前の SABESP による検討必要項目

以上より、本事業の実施にあたっては、南部システムを対象に SABESP が以下の作業や検討を行うことが必要と考える。

- (i) 既存・計画（建設中施設を含む）施設のインベントリー作成
- (ii) 水源賦存量の再確認
- (iii) 2030 年から 2050 年にかけて 5 年ごとの水需要予測
- (iv) 今後の損失水削減見通しの精査
- (v) 上記(ii)から(iv)に基づく開発水量の策定
- (vi) 上記(i)および(v)に基づく南部全体の送配水施設の能力検証と増強計画の立案
- (vii) 上記(vi)に基づく本事業対象施設の計画の見直し

上記のうち(vii)は本事業のコンサルティング・サービスにおいて実施し、入札図書に反映させることができる。一方、(i)から(vi)については現在改定中のマスタープランも含めて本事業が開始される前に SABESP が実施する必要がある。

5.4.6 工事費用

コンセプト・スタディに基づく本事業水道コンポーネントの工事費用を表 5.23 及び表 5.24 に示す。本事業は Água no Litoral による水道施設整備の最終ステージに該当し、前段ステージと合わせて、配水池 105,000 m³、送配水管 117 km を整備する。SABESP 提供資料¹⁸に掲載されていた本事業水道コンポーネントの事業概要と工事費用を添付資料 5.6 に示す。

¹⁸ Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista

表5.23 SABESP 既往計画における配水池、ポンプ場の仕様と工事費

項目	仕様	工事費 (レアル)
配水池	鉄筋コンクリート造 10,000 m ³ × 2 池、W20m×L50m×H10m	15,558,672
ポンプ場	3 台 (内 1 台予備)、Q=830 L/秒、H30m、1,660 L/秒 3 台 (内 1 台予備)、Q=250 L/秒、H65m、500 L/秒	8,175,594
土地取得費	8,448 m ² (R.Paulo Sergio Garcia - sitio do compo)	6,144,000
合計	-	29,878,296

出典: SABESP 提供資料に基づいて調査団作成

表5.24 SABESP 既往計画における水道管路の仕様と工事費

項目	路線	仕様	工事費 (レアル)
送配水管 (ペルイベ市)	Trecho10	250mm×1,590 m, 200 mm×1,870 m, 150 mm × 3,713.57 m	11,319,939
	Trecho11	400mm×7,538.6 m, 300 mm × 2,441.4 m, 200 mm × 1,258 m	20,316,508
送配水管 (プライア グランデ市)	Trecho12	900 mm × 1,220 m	4,294,241
	Trecho13	900 mm × 1,553 m	5,466,358
	Trecho14	700 mm × 176 m, 400 mm × 327 m	975,903
給配水管 (Boqueirão 給水エ リア)	-	900mm×10m,600mm×1,779m,500mm×1,296m,400mm×1,912m, 300mm×2,459m,200mm×1,922m,100mm×1,094m	12,744,741
合計	-	-	55,117,690

出典: SABESP 提供資料に基づいて調査団作成

5.4.7 工事計画及び実施スケジュール

コンセプト・スタディにおける本事業上水道コンポーネントについて、配水池、ポンプ場の工期を表 5.25、管路の工期を表 5.26、全体スケジュールを図 5.7 に示す。SABESP 提供資料¹⁹に掲載されていた本事業水道コンポーネントの実施工程を添付資料 5.4 に示す。

表5.25 既往計画における配水池、ポンプ場の工事実期間

項目	概算工期	総実施期間
配水池	24 ヶ月	24 か月
ポンプ場		
土地取得		

出典: SABESP 提供資料(Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista)に基づき調査団作成

表5.26 既往計画における水道管路の工事期間

項目	路線	概算工期	総実施期間
送配水管 (ペルイベ市)	Trecho10	24 ヶ月	36 ヶ月
	Trecho11		
送配水管 (プライアグランデ市)	Trecho12	36 ヶ月	
	Trecho13		
	Trecho14		
給水管 (Boqueirão 給水エリア)	-		

出典: SABESP 提供資料(Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista)に基づき調査団作成

¹⁹ Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista

事業内容			2020	2021	2022	2023	2024	2025
ブライアグラン デ市	計画	入札 契約 実施	■	■				
		入札 契約 実施		■	■			
	配水池・ ポンプ場	入札 契約 実施			■	■	■	■
	管路	入札 契約 実施			■	■	■	■
ペルイベ市	管路	入札 契約 実施		■	■	■	■	■
事業管理		入札 契約 実施		■	■	■	■	■
技術コンサルタント		入札 契約 実施		■	■	■	■	■

出典：SABESP 提供資料(Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista)に基づき調査団作成
図5.7 既往計画における水道コンポーネントの事業スケジュール

5.4.8 建設用地の確保と住民移転

コンセプト・スタディにおいて、Boqueirao 配水池・ポンプ場は営業を行っていないレストランが残置されている土地に計画されている。住民の移転は伴わないが、SABESP は用地（敷地面積 8,450 m²）の取得が必要である。一方、送配水管路については既存道路内に埋設される計画であるため用地の取得は不要である。

本事業に伴う用地の取得と住民移転については第 11 章で詳述する。

5.4.9 環境社会配慮

本事業の水道コンポーネントが実施される場所は保護区に該当しておらず、既存の森林を切り開くような行為も予定されていない。そのため、SABESP の既往調査では、同種の建設行為に関わる環境関連規制について一般的な言及はあるが、本事業の為の環境社会配慮に関する詳細な検討は行われていない。

本調査での環境社会配慮については第 10 章で詳述する。

5.5 本事業既往計画(第3フェーズ)における下水道コンポーネントの要点及び課題

5.5.1 既往計画における SABESP の基本理念・方針

2章から4章で述べた様々なセクター課題及び SABESP の既往計画をレビューした結果、調査団は SABESP が以下の理念・方針に沿って本事業の下水道コンポーネントを計画していることを確認した。

- バイシャーダ・サンチスタ地域での下水道をより普及させ、市民の健康を守るとともに、貴重な観光資源である海の水質を改善し地域経済の発展に貢献する。
- 各市と合意している下水道接続率の改善目標を達成する。
- 下水道が未整備の地域に対し、衛生環境の改善効果の観点から優先度の高い地域に早期に管路を整備する。
- 下水道システムは従来と同様に分流式とする。ただし、雨水排水路が整備されていない地域が多いことも踏まえ、系内に浸入した雨水は下水処理場で受け入れる。
- 一部地域（ベルチオカ市 Costa do Sol）の下水収集施設については地下水の高いバイシャーダ・サンチスタ地域に適すると考えられるシステム（真空式下水道）を新たに導入する。
- 人口の増加と下水道の普及に適応するため既存の下水処理場を拡張するとともに、機能の低下が認められる既存施設の改善を行う。特に、大きな課題となっている砂の流入に対応するため沈砂池の容量を増大する。
- 下水処理場の設計は放流水質基準を準拠することを重要要件とする。また、機器については、既存施設の現状や他処理場との兼ね合いも鑑みて最適な設備を選定する（コンセプト・スタディでは①機械式スクリーンのタイプ、②沈砂池のタイプ、③汚泥脱水機のタイプについて比較検討が行われている）。

なお、既往計画は Novo Marco の制定以前に形成されたものである。そのため市と合意している下水処理場接続率が Novo Marco による整備目標（2033年までに下水処理場接続率90%）と整合しない市があるが、本事業の実施は、Novo Marco の目標達成に向けて重要な事業である。

以下、既往計画の概要を述べるとともに、上位計画及び前段ステージとの整合性、施設規模の妥当性、施設の基本計画の妥当性などを確認する。

5.5.2 上位計画との整合性

本事業の上位計画として、表 5.27 に示すように新国家基礎衛生法（Novo Marco）、国家基礎衛生計画（PLANSAB）、各市が作成している衛生計画、及び SABESP が各市と締結している上下水道サービス契約が挙げられる。いずれも上下水道の整備率、接続率について長期的な目標値を設定しているが、以下の理由から、本事業の目標値として最も有効であるのは Novo Marco が規定し

ている目標値、及び各市と SABESP が締結している契約書の目標値である。

- Novo Marco は上下水道サービスの各契約について、2033 年までの水道接続率 99%、下水処理場道接続率 90%の達成を課している。これは、各市との契約に基づいて上下水道事業を運営する SABESP にとって遵守すべき目標そのものである。
- PLANSAB は全国 5 地域（北部,北東部,南東部,南部,中西部）の広域レベルを単位とした目標設定である。また、上水道の場合は井戸、下水道の場合は浄化槽のような個別システムもカウントする。そのため、SABESP が行う上下水道サービスの整備目標にそぐわない。
- 各市の衛生計画では上下水道の接続率についてマイルストーンを含めた目標を提示している。その目標値は各市との契約書に示された目標値と食い違いが見られる。しかし、衛生計画は現在の契約が締結される前の書類であることから、契約書に定められた整備目標が各市の最新の整備目標である。

表5.27 本事業の上位計画と位置付けられ得る法令や契約書等

上位計画等	上位計画等の作成年		
国家レベル			
新国家基礎衛生法 (Novo Marco)	2020 年		
国家基礎衛生計画 PLANSAB	2013 年作成、2019 年更新（更新版は政府内の承認手続き中）		
市レベル			
各市の衛生計画 /各市と SABESP の契約	市	衛生計画	契約
	ベルチオガ市	2018 年	2019 年 7 月 4 日
	クバトン市	2019 年	2020 年 6 月 23 日
	グアルジャ市	2017 年	2019 年 5 月 31 日
	イタニャエン市	2018 年	2019 年 7 月 4 日
	モンガグア市	2017 年	2019 年 7 月 4 日
	ペレイベ市	2018 年	2019 年 7 月 31 日
	プライア・グランデ市	2017 年	2018 年 7 月 6 日
	サントス市		2015 年 9 月 29 日
	サン・ピセンテ市	2018 年	2018 年 7 月 6 日

出典：調査団作成

SABESP は現在のところ各市との契約に規定された目標値を満足するべく事業を行っている。しかしながら、これらの契約書は Novo Marco に従っての見直しが図られており、見直し後は Novo Marco を満足した目標値が契約書にも盛り込まれることが確実である。上水道については契約書は 2033 年より早期に接続率 100%の達成が規定されており、SABESP の整備目標と Novo Marco に不整合はない。一方、下水道については契約と Novo Marco の整備目標に差異がある。そのため、表 5.28 に示すように、ベルチオガ市とクバトン市において、本事業の目標と上位計画たる Novo Marco のあいだに不整合がある。

表5.28 本事業の目標値と上位計画・Novo Marco の不整合

市	Novo Marco 目標年：2033年	各市と SABESP の契約 (2033年のマイルストーン)	SABESP の整備目標		整合/ 不整合
			2030年(本事業完了時)	2033年	
ベルチオガ市	90%	87%	85%	87%	不整合
クバトン市	90%	80%	75%	80%	不整合
グアルジャ市	90%	91%	90%	91%	整合
イタニャエン市	90%	95%	95%	95%	整合
モンガグア市	90%	98%	97%	98%	整合
ペルイベ市	90%	95%	94%	95%	整合
プライア・グランデ市	90%	94%	95%	95%	整合
サントス市	90%	99%	99%	99%	整合
サン・ピセンテ市	90%	95%	95%	95%	整合

出典：調査団作成

(2) 上位計画との施設計画の整合性

5.3節で述べたように、本事業の施設計画は「きれいな波プログラム」の全体計画の一部として位置づけられている。一方、表 5.27 で挙げた上位計画のうち市衛生計画では下水道施設への投資計画が記載されているが、いずれの投資計画においても「きれいな波プログラム」を通じて下水道を整備することが謳われている。したがって、本事業の施設計画は、上位計画である市衛生計画と整合したものである。

5.5.3 下水量予測

(1) 計算される下水量の種類と計算結果

下水収集施設と下水処理場の計画・設計のもとになる下水量は、処理区ごとにコンセプト・スタディで検討されている。また、その後行われた詳細設計はコンセプト・スタディを引き継ぎながら、散見されたデータ参照ミスや計算の誤りを訂正しており、結果として下水量が見直されている²⁰。コンセプト・スタディと詳細設計（あわせて「既往計画」または「既往レポート」）は、2039年を最終年次として、表 5.29 に示すように消費水量の少ない冬場と多い夏場のそれぞれに対して日平均下水量、日最大下水量、時間最大下水量を算定している。

表5.29 コンセプト・スタディで算定されている汚水量の種類と適用

対象とする季節	汚水量の種類	設計への適用
冬場の下水量 (汚水量が年間で少ない時期の下水量)	日平均下水量	下水処理施設の1ユニットあたり容量の設定で使用
	日最大下水量	—
	時間最大下水量	下水収集施設、下水処理場内の流入ポンプ場
夏場の下水量 (下水量が年間で多い時期の下水量)	日平均下水量	下水処理施設の総施設容量の設定で使用
	日最大下水量	日最大量流入時の下水処理場の運転方法の検討で使用
	時間最大下水量	下水収集施設の設計で使用

出典：調査団作成

表 5.30 に各処理区に対する計画最終年次（2039年）の汚水量の予測結果を示す。コンセプト・スタディより抜粋した下水量の計算表は添付資料 5.7 に示す。表 5.30 以降に、コンセプト・スタ

²⁰ コンセプト・スタディと詳細設計の実施時期については表 5.9 参照

ディで行われている下水量予測の方法につき説明する。

表5.30 既往計画における各処理区の汚水量予測結果

下水処理場	世帯数	下水道接続率 (%)	下水道接続世帯数	下水量原単位 (L/世帯/日)	日平均下水量 (地下水含まず) (L/秒)	工業からの排水 (L/秒)	管路延長 (km)	地下水浸透量 (L/秒)	工業からの排水、地下水浸透量を含めた日平均下水量 (L/秒)
Peruibe P1*1	35,926	100	35,926	315	131.16	0.00	326.67	163.33	294.49
Peruibe P2*1	16,906	100	16,906	315	61.72	0.00	241.46	120.73	182.45
Guapiranga	45,941	100	45,941	301	160.03	28.33	353.83	176.91	365.28
Anchieta	49,770	100	49,770	301	173.37	0.00	258.84	129.42	302.79
Bichoro*1	15,505	100	15,505	283	50.88	0.00	35.50	17.75	79.28
Barigui*1	41,922	100	41,922	283	137.55	0.00	240.00	120.00	257.55
Casquero*1	32,084	100	32,084	425	157.74	0.00	36.59	18.29	176.03*2
Carvalho*1	54,892	100	54,892	356	226.44	0.00	115.58	57.79	284.23
Centro	27,716	100	27,716	410	131.62	0.00	80.27	40.13	171.76
Vista Linda	15,910	100	15,910	410	75.55	11.00	134.66	67.33	181.57

*1: コンセプト・スタディでの予測結果にミスがあり詳細設計で計算が訂正されている処理区

*2: Casuqueiro 下水処理場は沈砂池を通過した下水のうち 42 L/秒を隣接する Lagoa 下水処理場に送水する

出典: 調査団作成

(2) 基本式

1) コンセプト・スタディの算定式

下水量の算定は表 5.31 に示す式で行われている。この算定式の特徴として、生活用水と商業、公共、工業からの汚水を区別していないことが挙げられる²¹。工業からの排水は、計算表では殆どの処理区でゼロとなっており、数値が入力されているのは Vista Linda と Guapiranga の 2 処理区のみである。

商業、公共の消費水量は生活用水の消費水量と強い相関をもつことが多いが、工業の消費水量は生活用水量と相関しないことも多い。各種用途の水消費を区別せずに計上することについては下の 2) で検討する。

別途計上されている工業からの排水については、計上されている 2 つの下水処理場は流入下水のほかに直接持ち込まれる汚水・汚泥²²を受け入れる施設を本事業で設置する予定であり、その受け入れ量を「工業からの排水」として参入したものと考えられる。しかし、SABESP によると、そのような追加的汚水・汚泥の受け入れは下水処理場の余剰能力を活用するものであり、施設規模の検討では勘案されない。また、同様に受け入れ施設を設置する予定の他処理場 (P1、P2、Barigui、Carvalho) については浸出水等を見込んでいない。したがって、Vista Linda と Guapiranga の処理区で計上されている「工業からの排水」は誤計上であると判断できる。

²¹ 工業からの排水は、計算表では別計上するようになっているものの、消費水量原単位は、工業用水も含めた消費水量実績から算定されている。

²² 4.3.1 節(4) 1) 参照

表5.31 コンセプト・スタディにおける下水量の算定式

汚水量	算定式
日平均 下水量	処理場流域の世帯数×接続率×消費水量原単位 (m ³ /接続/日) ×汚水発生率+工業からの排水+ 地下水量
日最大 下水量	処理場流域の世帯数×接続率×消費水量原単位 (m ³ /接続/日) ×汚水発生率×日最大係数+工業 からの排水+地下水量
時間最大 下水量	処理場流域の世帯数×接続率×消費水量原単位 (m ³ /接続/日) ×汚水発生率×日最大係数×時間 最大係数+工業からの排水+地下水量

出典：調査団作成

2) 過去の消費水量データに基づく算定式の検証

本調査では、SABESP より提供された消費水量データをもとに、2010 年から 2020 年までのユーザー種別ごとの消費水量の推移を分析した。

工業用水については、表 5.32 及び図 5.8 に示すように対象 9 市のうち工業用水が全消費水量の 1%を上回るのはクバトン市、グアルジャ市、サントス市のみであり²³、工業の消費水量が全体に与える影響は概して小さい。

次に、生活用水とその他の消費水量の相関関係については、表 5.33 に示すように住居カテゴリーと複合カテゴリーの消費水量の和²⁴は、2010 年から 2019 年のあいだで殆ど変化がない。そのため、生活用水と商業・公共の消費水量の増減はほぼ同調していると判断できる。工業用水の消費水量が比較的多いクバトン市、グアルジャ市、サントス市では生活用水の比率が高まっている傾向が僅かに認められるが、これは経済の停滞により工業用水が減少傾向にあるためで、生活用水と商業・公共の消費水量はこれらの 3 市でも同調している。

以上の分析より、生活用水と商業、公共の消費水量は同調しており、工業用水は全体量に殆ど影響を与えていないことから、全てのカテゴリーをひとまとめに計算する方式は合理的であると結論付ける。ただしクバトン市及びグアルジャ市については、工業用水の消費水量が比較的多く生活用水量とは同調しない傾向があることから、工業用水をその他と区別して計上することを検討する必要がある（6 章にて詳細検討を行うが、結論として、クバトン市とグアルジャ市においても全てのカテゴリーをまとめた計算が合理的であると判断した）。

表5.32 2019 年におけるユーザー種別ごとの年間消費水量の比率

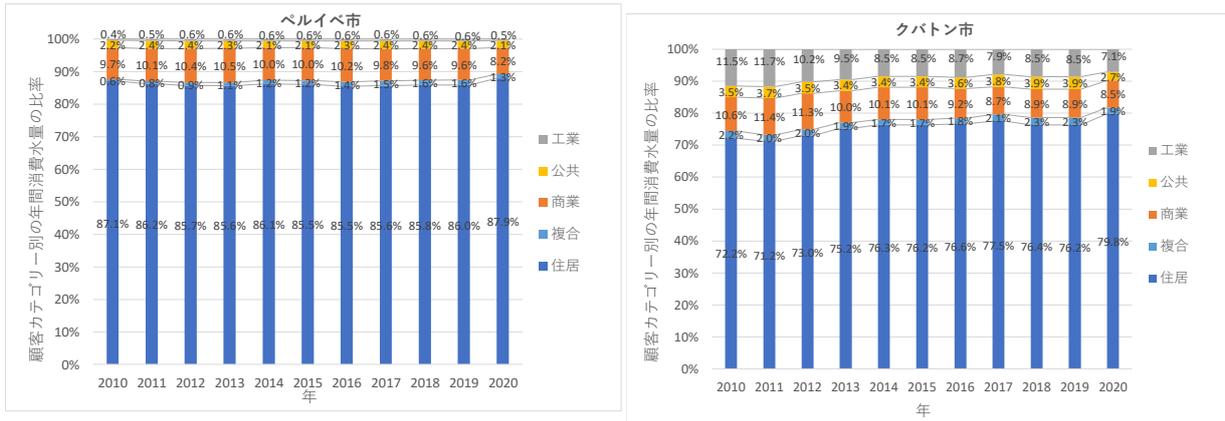
市	住居	複合	商業	公共	工業	計
ベルチオガ市	84.0%	5.6%	7.4%	2.8%	0.3%	100.0%
クバトン市	76.2%	2.3%	8.9%	3.9%	8.5%	100.0%
グアルジャ市	73.3%	6.1%	13.3%	2.8%	5.0%	100.0%
イタニャエン市	87.3%	1.5%	8.9%	2.2%	0.2%	100.0%
モンガグア市	84.9%	1.8%	6.6%	5.9%	0.6%	100.0%
ペルイベ市	86.0%	1.6%	9.6%	2.4%	0.6%	100.0%
プライア・グランデ市	86.7%	3.6%	7.3%	2.2%	0.4%	100.0%
サントス市	78.9%	4.7%	12.9%	2.0%	1.6%	100.0%
サン・ビセンテ市	84.3%	4.0%	6.4%	4.9%	0.6%	100.0%
計	81.7%	4.0%	9.8%	2.9%	1.8%	100.0%

注： 網掛けの 3 市においては本事業で下水道施設の整備は予定されていない

出典：SABESP 提供のユーザー種別ごとの消費水量記録をもとに調査団が作成

²³ 2020 年はコロナ禍の影響で他の都市と異なる水消費水動向が見られる。そのため表 5.28 では、平常時の最新である 2019 年のデータを示した。2010 年から 2020 年の分析結果は添付資料 5.13 に示す。

²⁴ 複合カテゴリーは、商業施設が併設された住居施設など、一般家庭に近い消費動向を示す場合が多い。そのため、生活用水の消費水量として住居カテゴリーと複合カテゴリーの和を用いた。



出典：SABESP 提供のユーザー種別ごとの消費水量記録をもとに調査団作成

図5.8 ペルイベ市・クバトン市の年間消費水量のユーザー分類比率(2010年-2020年)

表5.33 年間消費水量における「住居+複合」カテゴリーの比率の推移

市	年											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
ベルチオガ市	89.3%	89.4%	89.6%	89.5%	89.5%	87.7%	89.4%	89.6%	89.4%	89.6%	91.4%	
クバトン市	74.4%	73.3%	74.9%	77.1%	78.0%	77.9%	78.5%	79.6%	78.7%	78.5%	81.8%	
グアルジャ市	75.3%	77.8%	77.6%	76.8%	77.1%	76.9%	77.9%	78.5%	78.9%	79.4%	81.3%	
イタニャエン市	89.4%	88.7%	88.6%	88.9%	89.1%	88.7%	88.7%	88.2%	88.6%	88.8%	90.9%	
モンガグア市	84.4%	84.5%	84.0%	85.6%	85.3%	85.5%	85.3%	86.2%	86.8%	86.8%	87.8%	
ペルイベ市	87.7%	87.0%	86.6%	86.7%	87.3%	86.7%	86.9%	87.2%	87.4%	87.5%	89.2%	
プライア・グランデ市	88.3%	88.4%	88.5%	89.1%	89.4%	89.2%	89.6%	89.9%	90.1%	90.3%	91.6%	
サントス市	83.7%	82.9%	83.0%	82.8%	83.0%	83.1%	83.3%	83.2%	83.5%	83.6%	85.9%	
サン・ピセンテ市	88.6%	87.9%	88.5%	88.6%	88.8%	88.0%	87.5%	88.0%	88.1%	88.4%	89.5%	
計	84.5%	84.3%	84.5%	84.7%	85.0%	84.7%	85.0%	85.3%	85.5%	85.7%	87.6%	

※ 網掛けの3市においては本事業で下水道施設の整備は予定されていない

出典：調査団作成

(3) 計算で用いられているパラメーターの設定

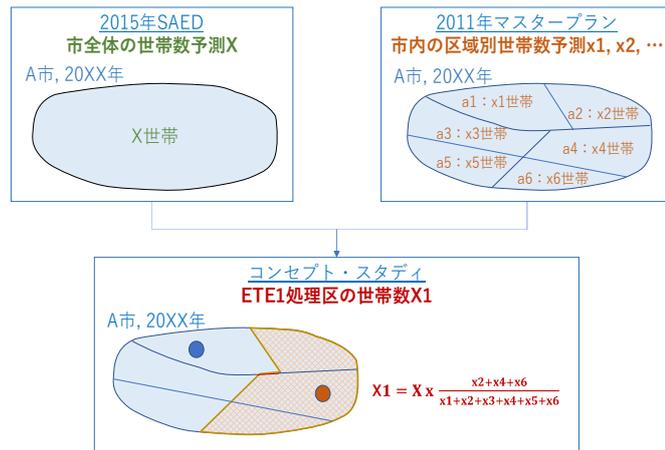
1) 世帯数

コンセプト・スタディは、各処理区の世帯数を下の二つの資料から算定している。いずれの資料も、2010年の国勢調査を起点として将来の人口と世帯数を予測したものである。

- サンパウロ州資料分析基金 (SAED) が 2015 年に行った市ごとの世帯数予測。SABESP が事業計画に活用するため SAED に委託した人口予測・世帯数予測の成果
- 水道マスタープラン (2011 年) (2011MP) で SABESP が行った市内の区域ごとの世帯数予測。各市を数個から 20 個程度の区域に切り分け、各区域の面積、現在の飽和程度、開発規制を勘案して区域ごとに将来の人口と世帯数を予測したもの

図 5.9 に、上の二つの資料を活用した、処理区ごとの世帯数予測の方法を示す。すなわち、市全体の世帯数は最新の SAED による予測を用い、その総人口を、2011MP で予測された区域ごとの世帯数で配分して対象処理区の世帯数を算出している。

処理区ごとの世帯数予測で使用されているデータの一例として、SAED によるペルイベ市の人口予測・世帯数予測、および 2011MP の区域ごとの世帯数予測を表 5.34、図 5.10 に示す。



出典：調査団作成

図5.9 コンセプト・スタディで行われている世帯数予測の手順

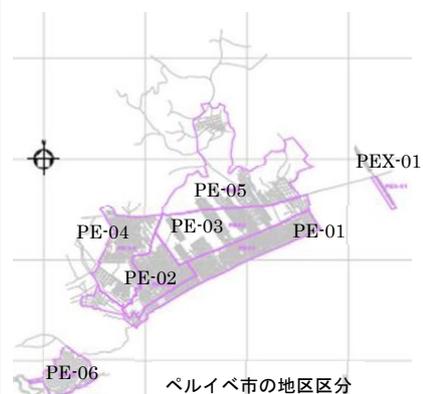
コンセプト・スタディの世帯数予測は SABESP の事業計画のために行われた SAED の予測と、地域の特徴を綿密に勘案した水道マスタープランの予測を理論的に組み合わせたものである。2020年に予定されていた国勢調査がコロナ禍により開始目途が立っていない今、コンセプト・スタディの世帯数予測は現時点で最も合理的な手法で行われていると評価できる。

表5.34 SAED による人口予測・世帯数予測の一例(ペルイベ市)

年	総居住人口	居住人口 (市街地)	居住人口 (郊外)	短期滞在人口	総居住人口+夏季移動人口	居住者世帯数	短期滞在世帯数
2010	59,698	59,031	667	58,607	118,305	40,054	17,736
2015	62,977	62,460	517	58,562	121,539	42,470	18,670
2020	66,201	65,798	403	58,763	124,964	45,066	19,652
2025	68,976	68,661	315	58,353	127,329	47,378	20,355
2030	71,318	71,070	248	58,326	129,644	49,576	21,083
2035	73,283	73,085	198	57,855	131,138	51,382	21,549
2039	74,744	74,577	167	57,663	132,407	52,832	21,930

出典：ペルイベ市 ETE2 下水処理場のコンセプト・スタディ(Estudos de Concepção e Projetos Executivos das ETES da Baixada Santista Relatório de Estudos de Concepção e Estudos Ambientais – RECA Área de Atendimento: Peruíbe - ETE 2 – Volume I)

地区	項目	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年
PE-01	総世帯数	17,123	18,942	20,268	21,408	22,244
	短期滞在世帯数	12,181	13,515	14,514	15,422	16,117
	居住世帯数	4,167	4,577	4,852	5,048	5,166
PE-02	空き屋数	775	851	902	939	961
	総世帯数	10,209	10,954	11,499	11,983	12,354
	短期滞在世帯数	3,411	3,653	3,844	3,989	4,106
PE-03	居住世帯数	5,732	6,157	6,455	6,741	6,954
	空き屋数	1,065	1,145	1,200	1,253	1,293
	PE-04	省略				
PE-05	省略					
PE-06	省略					
PEX-01	省略					



出典：ペルイベ市 ETE2 処理場のコンセプト・スタディ(Estudos de Concepção e Projetos Executivos das ETES da Baixada Santista Relatório de Estudos de Concepção e Estudos Ambientais – RECA Área de Atendimento: Peruíbe - ETE 2 – Volume I)をもとに調査団作成

図5.10 2011年水道マスタープラン(2011MP)による地区別世帯数予測の一例(ペルイベ市)

2) 接続率

コンセプト・スタディの下水算定は、処理区内の接続率を計画初年度（2018年）から最終年度（2039年）まで常に「100%」としており、処理区内で発生する総下水量を算定していることになる。しかし、実際に処理場に流入する下水量は下水道整備の進捗や下水道接続の拡がりに依存する。コンセプト・スタディは100%接続の条件で得られた汚水量をそのまま下水処理場容量の設定に用いており、下水道整備が遅れている地域で処理場容量が過大となるリスクをはらむ。

3) 原単位

消費水量の原単位は、2017年6月から2018年5月の消費水量実績値を用いて市ごとに設定している。表5.35に示すペルイベ市の例のように、市全体の月別消費水量をもとに、それが最大の月から得られた日平均消費水量（L/接続/日）を夏場の原単位、最小の月から得られた日平均消費水量（L/接続/日）を冬場の原単位として設定している。また、そのようにして得られた原単位は2018年から2039年まで一定であると想定している。

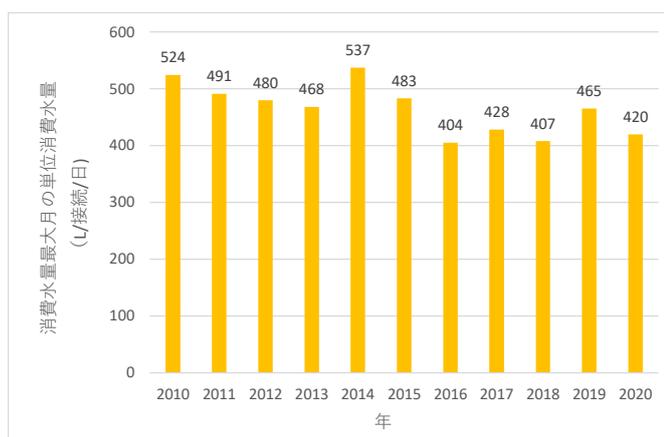
しかし、図5.11に示すように世帯あたりの消費水量は水危機のあった2014-2015と翌2016年まで減少した後、2019年は回復している。この傾向は他の全ての市に共通で²⁵、2018年水準の消費水量原単位が2039年まで一定である可能性は高くない。SABESPは恒常的な水需給の逼迫や水危機への備えとして節水キャンペーンにより消費水量をなるべく抑える方針である。環境負荷低減の観点からも適切な対応と考えられるが、施設計画の観点からは議論の余地がある。

その他、「日平均」が最大月の日平均として計算されており、通常使用される年間日平均ではないことも特徴的である。ペルイベ市の例で言うと、年間日平均は308L/接続/日であり、これに日最大係数1.2に適用すると日最大水量は370L/接続/日となる。しかし、このような標準的手法で求めた日最大水量は実際の最大月の平均水量（409L/接続/日）に大きく満たず、施設能力の設定に用いるには適切でない。したがって、夏場に極端なピークが来る現地の状況を踏まえると、日平均水量を最大月の日平均水量として算定する方法は現実に即したものと考えられる。

表5.35 ペルイベ市の消費水量実績

月	消費水量 (m ³ /月)	接続数	L/接続/日
2017年6月	352,018	45,537	258
2017年7月	373,520	45,670	273
2017年8月	355,322	45,843	258
2017年9月	417,900	45,925	303
2017年10月	426,785	46,009	309
2017年11月	408,539	46,096	295
2017年12月	496,207	46,183	358
2018年1月	566,063	46,312	407
2018年2月	479,741	46,420	344
2018年3月	435,177	46,482	312
2018年4月	423,182	46,532	303
2018年5月	384,543	46,565	275

出典：ペルイベ市 P2 処理場のコンセプト・スタディ



出典：SABESP 提供の消費水量・接続数データをもとに調査団作成

図5.11 ペルイベ市における消費水量最大月の1接続あたり消費水量 (L/接続/日) (2010-2020年)

²⁵ 9市における消費水量最大月の月間消費水量 (2010年-2020年) は添付資料 5.14 参照

4) 汚水発生率

コンセプト・スタディは、消費水量に対して 80%の量の汚水が発生すると見込んでいる。汚水発生率を 80%とするのは世界各国で広く用いられる水準で、ブラジル国の基準でもある。

5) 日最大係数と時間最大係数

コンセプト・スタディは、ブラジル国の基準に基づき日最大係数を 1.2、時間最大係数を 1.5 としている。これらの値も世界各国で通常に用いられる範囲の値である。

6) 工業からの排水

工業からの排水は、Guapiranga 下水処理場（工業から 28.33 L/秒）と Vista Linda 下水処理場（工業から 11.11 L/秒）が計上されている。前述のように、これらの水量を下水処理場の計画下水水量に参入することは妥当ではない。

7) 地下水量

a. 既往計画における浸透水量

下水道では、管路の破損部や接手部、マンホールなどから地下水が浸透し下水処理場まで到達する。そのような下水道への浸透水量は、ブラジル国の基準では管路延長 (km) × 0.1 から 0.5 L/km/秒で算定することになっているが通常は 0.1 から 0.2 L/km/秒の値が使用されている。一方、本事業のコンセプト・スタディでは基準の上限値である 0.5 L/km/秒が適用されており、これは、バイシャーダ・サンチスタ地域では全般的に地下水位が高く、既存の下水処理場でも実際に地下水で著しく希釈された下水が流入している現状を踏まえた措置である。

他地域より大きな浸透水量原単位を適用していることで、本事業では、家庭等から排出される汚水量に比べて浸透水量が非常に大きくなっている。その結果、表 5.36 に示すように、浸透水が下水量の 50%以上を占める処理区がある。また、下水量が少ない季節は浸透水量の比率が更に高まる。なお、我が国の下水道設計では浸透水を下水量の 10%程度とすることが多い。

表5.36 SABESP の既往計画における処理区ごとの浸透水の想定量

下水処理場	管の総延長 (km)	浸透水の計算の原単位 (L/秒/km)	浸透水量 (L/秒)	総下水量		下水中の浸透水の比率**	
				冬季	夏季	冬季	夏季
1) P1	326.67	0.5	163.33	249.06	294.49	66%	55%
2) P2	241.46	0.5	120.73	161.07	182.45	75%	66%
3) Guapiranga	353.83	0.5	176.91	300.46	365.28	59%	48%
4) Anchieta	258.84	0.5	129.42	232.57	302.79	56%	43%
5) Bichoro	35.50	0.5	17.75	-	79.28	-	36%
			28.40*	56.16	-	51%	-
6) Barigui	240.00	0.5	120.00	195.06	257.55	62%	47%
7) Casquero	36.59	0.5	18.29	152.54	176.03	12%	10%
8) Carvalho	115.58	0.5	57.79	257.34	284.23	22%	20%
9) Centro	80.27	0.5	40.13	119.52	171.76	34%	23%
10) Vista Linda	134.66	0.5	67.33	151.59	181.57	44%	37%

* 既往計画で 2039 年日平均下水水量に対する浸透水量の比率

** コンセプト・スタディと詳細設計の両方ともに夏季下水水量の計算では「35.50 × 0.5 = 28.40」の計算ミスをしている（冬季下水水量の方は詳細設計で訂正されている）

出典：既往レポートをもとに調査団作成

b. 既存下水処理場の流入水質に基づく考察

既存下水処理場への流入水質データから、バイシャーダ・サンチスタ地域の下水が浸透水によって実際にどれほど希釈されているか推定することができる。希釈されていない下水の BOD 濃度はブラジル国の他の事例から通常 250 – 300 mg/L 程度である。

流入下水の BOD について、既存下水処理場は平均 BOD 濃度が 240 mg/L 以上の 2 処理場 (Casquero, Carvalho)、60 mg/L 以下の 3 処理場 (P2, Bichoro, Vista Linda)、その中間の 4 処理場に分けることができる。

表 5.36 に示すように、BOD 濃度から推定される浸透水量の比率を SABESP が既往計画で想定している浸透水量比率を比較すると、全ての下水処理場で、既往計画の想定と同等かそれ以上の比率で浸透水が流入しており、既往計画が過剰な浸透水量を見込んでいないわけではないことが分かる。そのため、既往計画が想定される 0.5 L/km/日の浸透水量は妥当であると判断する。

なお、表 5.37 より 0.5 L/km/日は浸透水量をやや少なめに想定していることから、実際の流入下水量は計画よりも多くなる可能性がある。地下水や雨水の流入により下水の濃度が薄まると、栄養分が不足し活性汚泥の育成に影響を与える可能性がある。その場合は反応槽に栄養分を投入するための施設と運転が必要になるが、現時点では活性汚泥の問題は報告されていない。

特に、浸透水の比率が実際に 80%レベルに達する P2 下水処理場、Bichoro 下水処理場、Vista Linda 下水処理場については、浸透水の低減が望ましいが、対象地域の地下水位が高く下水管接合部からの地下水流入を防ぐ施策が現時点では見つかっていない。現在、これらの3つの下水処理場では表 4.16 に示すように高い BOD 除去率を維持しており、低 BOD 濃度による活性汚泥への悪影響は生じていないと考える。また流入下水の平均 BOD 濃度が 60 mg/L 以下で既に排水水質基準を満たしているため下水処理の必要がないという議論もあるが、放流負荷の削減による環境改善には大きく貢献しており、下水処理の意義は高い。

表5.37 処理場流入 BOD 濃度に基づく浸透水の混入率の推定

下水処理場	流入下水の平均 BOD* (mg/L)		平均 BOD から推定される浸透水量比率		SABESP 既往調査の下水流量算定にける浸透水量比率 (表 5.36 参照)	SABESP が設計で見込んである浸透水比率に比した実際の浸透水比率
	BOD 濃度	濃度レベル	下水濃度が 250 mg/L の場合	下水濃度が 300 mg/L の場合		
1) P1	75 mg/L	中	70%	75%	55 - 66%	やや多い
2) P2	45 mg/L	低	82%	85%	66 - 75%	やや多い
3) Guapiranga	114 mg/L	中	54%	62%	48 - 59%	同程度
4) Anchieta	127 mg/L	中	49%	58%	43 - 56%	同程度
5) Bichoro	57 mg/L	低	77%	81%	36 - 51%	かなり多い
6) Barigui	89 mg/L	中	64%	70%	47 - 62%	やや多い
7) Casquero	245 mg/L	高	2%	18%	10 - 12%	同程度
8) Carvalho	243 mg/L	高	3%	19%	20 - 22%	同程度
9) Centro	162 mg/L	中	35%	46%	23 - 34%	やや多い
10) Vista Linda	54 mg/L	低	78%	82%	37 - 44%	かなり多い

* 平均 BOD 濃度は、2020 年 3 月から 2021 年 2 月までの各処理場の実績値
出典：SABESP 提供の下水処理場運転データをもとに調査団作成

なお、浸透水量の算定で用いる各処理区の管路延長については、管路整備が概ね完了している

処理区に対しては管路延長が現状のまま 2039 年まで一定としている。また、これから管路が整備される処理区については、地域の道路延長に見合った数量まで管路延長が漸増する計画としている。各処理区の下水道整備計画で想定されている管路延長と見比べても、これに対しては正しい想定がなされている。

(4) コンセプト・スタディにおける下水量算定に係る不明点、課題

下水量は本事業で計画されている施設の規模を決定する重要な要素であるが、コンセプト・スタディでの汚水量算定には以下のような不明点と課題がある。

- 工業による水需要が比較的多いクバトン市、グアルジャ市の下水量算定に対しては、工業からの排水量を他の汚水から区別することを検討する必要がある。
- 消費水量の原単位が 2018 年から 2039 年まで一定であるとの想定になっているが、コンセプト・スタディ以降の実際の消費水量を見ると妥当な想定と判断し難い。
- 下水道接続率 100%として算定した下水量を下水処理場の容量検討に使用するのとは過大設計となる可能性がある。
- コンセプト・スタディで Guapiranga 処理区と Vista Linda 処理区で計上されている工業排水は適切な根拠が見当たらず、計画下水量から差し引く必要がある。

5.5.4 下水収集施設の既往計画

(1) 下水収集施設の計画

本事業の下水道管路の SABESP による計画の概要を以下に示す。

1) 対象処理区と施設

- 対象都市は図 5.12 に示すとおりペルイベ市 (P2 処理区)、イタニャエン市 (Guapiranga 処理区、Anchieta 処理区)、ベルチオガ市東部 (新興住宅地の Costa do Sol 地区) の計 3 市 4 処理区である。各施設の数量を表 5.38、各処理区での詳細を添付資料 5.15、全体の整備計画は図 5.12 に示すとおりである。また各処理区の下水道管路計画図を添付資料 5.8 に示す。
- ペルイベ市とイタニャエン市の 2 処理区では整備済み地域 (処理分区) / 既存施設、整備中地域 (処理分区) / 工事中施設、本事業対象地域 (処理分区) / 対象施設、将来拡張区域 (処理分区) / 将来施設が入り組んで混在している。添付資料 5.9 に各処理区の下水フローを整理した。今回対象区域と将来拡張区域の系統図は整合している。
- ベルチオガ市において、SABESP は下水処理場 (Guaratuba 処理場) の建設を自己資金で実施する予定である。一方、その処理区内の下水収集施設は本事業で整備する計画である。
- 本事業には、管路更新や既設ポンプ場のポンプ増設や更新は含まれていない。老朽管やポンプの更新については今後 SABESP 自己資金にて適宜実施する計画である。
- 2014 年の詳細設計 (表 5.10 参照) 時点では、「きれいな波プログラム」の Stage3 で実施さ

れる予定だった管路が既に Stage2 で多く整備済みあるいは工事中である。一方で、自己資金等で実施予定だった他の処理分区で最新計画では Stage3 に編入されているものもある。ただし、Stage3 で実施する管路の総延長は 2014 年時点の計画の方が現時点の計画よりも長い。

2) 設計手法

- 下水収集施設は、原則として中継ポンプ場を備えた分流式下水道であるが、Costa do Sol 地区については真空式下水道（真空ポンプ場 2 カ所）で整備する。真空式下水道のシステムイメージを図 5.13 に示す。
- 対象地域は全体に平坦な地形であり、地下水位の高い軟弱地盤でもある。そのため、真空式ではない通常の分流式下水道処理区では、各処理分区に中継ポンプ場を配置することで管路の埋設深を小さくしている。
- 真空式下水道には①浅い場所に埋められる、②管路の清掃が原則不要で維持管理が容易、③不明水の浸入が少ない、④下水管の管径が小さくこれと①の特徴により管布設費や工期が削減可能、⑤リフトの利用により埋設物の回避が容易、⑥地下水位が高い地域でも施工が容易という特徴がある。したがって、平坦な地形で地下水位が高く、迅速に下水管を整備する必要がある本対象地域は真空式下水道の効果が得られやすく、SABESP は Costa do Sol で初めての採用を決定した。一方で、真空式下水道では真空弁に異物が詰まり、真空弁が閉まらないトラブルや、これに起因してトイレが流せなくなるトラブルが稀に発生する。ただしブラジルでは真空式下水道の採用事例が少ないためこうした事例はまだ確認されていない。
- 下水道管路の設計は SABESP 独自の設計指針に基づいている。管路やポンプの設計は日本と同様に時間最大下水量に基づいている。時間最大下水量には地下水は含まれるが、雨水²⁷は含まれない。これは分流式では本来雨水の流入を認めないこと、過大な雨水の受け入れを避ける目的から合理的な設計方法である。
- 掘削量、ポンプ場数を減らしてコストを削減するため、本事業での管路の勾配は下水量が少ない上流部でも小さく設定されている。
- ブラジル独自の設計基準として管の勾配、流量から汚泥を沈殿させないための必要掃流力を計算しており、これを満たす形で勾配を設定している。
- 各対象処理区の詳細設計が 2014 年に行われている。この詳細設計では、実地盤高を反映した縦断図、土質分布に応じた管路の構造検討や施工方法の検討、詳細な必要電力量の計算等、詳細な検討が行われている。
- 主に主要道路での幹線工事と河川横断箇所では推進工法が多く採用されている。

²⁷ 既存の下水処理場の流量データによれば、対象地域では分流式下水道システムかつ十分に新しい下水道施設でありながら大量の雨水が管路から流入し、下水処理場へ流下している

表5.38 既往計画における本事業の下水道管路の計画

Stage		Stage3			Stage2 Phase2	合計	
市		ペレイバ	イタニャエン		ベルチオガ		
処理区		P2	Guapiranga	Anchieta	Guaratuba		
対象	下水道幹線	延長(km)	1.2	3.8	2.8	0.0	7.8
		径(mm)	400/500	400-800	600/700	-	-
	枝線管網	延長(km)	39.7	126.3	55.1	34.3	255.3
		径(mm)	150-250	150-400	150-500	125-250	-
	圧送管	延長(km)	4.3	10.8	7.3	3.3	25.7
		径(mm)	100-150	100-450	100-400	80/150	-
	ポンプ場種別		圧送	圧送	圧送	真空	-
	ポンプ場箇所数		5	13	10	2	30箇所
新規戸別接続(戸)		976	7,086	4,713	1,890	14,665	

出典： SABESP 情報より調査団



出典： SABESP による各市の下水道計画図をもとに調査団作成

図5.12 本事業既往計画における下水道整備エリア



出典： 一般社団法人 日本産業機械工業会ホームページ「真空式下水道システム」

図5.13 真空式下水道のシステムイメージ

(2) 計画の問題点と SABESP の対応策

調査団による既往計画（詳細設計）のレビューで確認された、下水収集施設の計画や設計手法の課題、および SABESP による対応策を以下に述べる。

- 前述のように管路勾配は掃流力をもとに設定しており、この基準を満たせる極力小さい勾

配で設計されている。その結果、日本の分流式下水道管路の設計基準である最小流速 0.6 m/秒に達していない管路が多い（最低水準として 0.41 m³/秒の路線も多く見られる）²⁸。海岸沿いでは平坦な地形が大勢を占め、地表勾配に合わせて管勾配を増やせないことがこれを助長している。下水道接続率が低い段階での晴天時には、小流量による管内での汚泥の堆積が懸念される²⁹。

- イタニャエン市 Anchieta 処理区の一部では、本事業の対象とされながらも管路およびポンプ場の基本設計や概算工事費等の基本資料がなく、基本設計を将来実施予定という小分区がある。
- バイシャーダ・サンチスタ地域の各市において、下水処理場の計画水量と処理場に近い下流側の既存幹線または計画幹線の流下能力を比較したところ、幹線の能力は十分であることが確認された。一方で将来の下水道拡張区域の計画流量に関するデータ不足とも関連するが、下流側の既存幹線容量が過大と言える箇所も存在する。この状況が 4 章でも述べた大量の雨水と砂が下水道へ流入し処理場まで流下している状況を助長していると共に、晴天時には非常に低い流速で下水がポンプ場から圧送されていることが推察される。SABESP は雨水流入を抑制するための施策を行っており、①マンホールの沈下に伴う管の破損への対策として、軽量のプラスチック製マンホールの採用や、マンホールと管の接続部の強化、②管継手部での止水プラグの導入、③施工不良の抑止を目的とし工事時にテレビカメラ調査を導入、④煙を使用した雨水誤接続箇所の発見、等に注力している。

5.5.5 下水収集施設に係る機械電気設備基本設計

(1) ポンプ場の計画

本事業のポンプ場計画を表 5.39 に示す。3 市 4 処理区での合計は 29 箇所であり、ポンプは 67 台である。真空式下水道システムを採用するベルチオガ市の Costa do Sol 地区 (Guaratuba 処理区) で常用 2 台+予備 1 台、または 2 台の組み合わせが見られる以外は全て常用 1 台+予備 1 台の構成となっている。各処理区のポンプ場やポンプ台数の詳細を添付資料 5.16 に示す。

表5.39 既往計画における本事業のポンプ場計画

市	処理区	箇所数	ポンプ種別	ポンプ台数	計画総流量 (L/秒)
ペレイベ	P2	5	圧送	10	39
イタニャエン	Guapiranga	13	圧送	26	379
	Anchieta	10	圧送	20	260
ベルチオガ	Guaratuba (Costa do Sol)	2	真空	7	216
			圧送	4	26
合計		30		67	920

出典：調査団作成

2014 年の詳細設計において、ポンプの仕様は様々な流量条件（稼働初期の平均値、最大値、将

²⁸ 土砂が多く混入する合流式下水道管路での日本の最小流速 0.8 m/秒と比較すると乖離はさらに大きい

²⁹ 実際には、晴天時の管内沈殿物が雨天時の流入雨水に押し流されている状況と推察される

来の最大値)と各メーカーの実製品の性能曲線を用いて詳細に検討して決定されている。常用ポンプが1台のみであるため、流量に応じた稼働台数の切り替えで最適運転をすることができない。従って、電力消費量を抑制するため各ポンプにインバータを導入し、流量に応じてポンプの回転数を制御する計画となっている。

電気設備については、全てのポンプ場ではないが詳細な計算書を SABESP より入手し、内容を確認した。

(2) 計画の問題点

既往のポンプ場設計について、今後の調査で確認する事項を含め、問題点を以下に挙げる。

- 中継ポンプ場で堆砂によるポンプの不具合や砂混じりの下水を揚水することによるポンプの激しい摩耗が生じている。既往計画におけるポンプ場の設計では、既存ポンプ場と同様に、し渣を除去するためのピットはあるものの砂を除去する施設はない。分流式下水道でポンプ場に砂除去施設を設けることは通常ではないが、砂の流入により設備が頻繁に不具合を起こしている現状を考えると砂への対策をとることが必要である。
- 常用ポンプ+予備ポンプ1台の2台を設置することは、1台が故障した際に予算不足等でその修理を速やかに実施できない場合、一方のポンプに連続運転で定期的なメンテナンスをできないことによる過度な負荷がかかる。降雨時に大量の揚水を行う要求があるため、予備を稼働させることで能力が倍加する常用ポンプ1台+予備ポンプ1台の配置は無駄ではない。また、ポンプを2台のみとすることは市街地の各所で必要になる用地取得の面積を最小限にする。しかし、片方に不具合が生じた際にもう片方のポンプへの高負荷が避けられないため、ポンプを2台とする前提として、SABESP にはポンプに異常に速やかな対処を行うことが求められる。

5.5.6 下水処理施設の基本設計

(1) 計画の概要

1) 下水処理能力

既存下水処理場の処理能力と、コンセプト・スタディが計画している必要な下水処理能力(既存能力+拡張能力)を表 5.40 に示す。

表5.40 コンセプト・スタディが計画している既存下水処理場の必要処理能力

市	下水処理場	既存の下水処理能力 (L/秒)		コンセプト・スタディ計画の必要下水処理能力 (L/秒)	
		各処理場	市の合計	各処理場	市の合計
ペルイバ	1) P1	143	234	294	476
	2) P2	91		182	
イタニャエン	3) Guapiranga	223	316	365	668
	4) Anchieta	93		303	
モンガグア	5) Bichoro	70	219	79	337
	6) Barigui	149		258	
クバトン	7) Casquero	78	78	134	134
グアルジャ	8) Carvalho	153	153	284	284
ベルチオガ	9) Centro	127	255	172	354
	10) Vista Linda	128		182	

出典: SABESP 提供資料を基に調査団作成

コンセプト・スタディの計画は、全ての下水処理場が 2039 年までの需要を満たす下水処理能力を持つように拡張、修復工事を行うものである。

2) 下水処理方法、汚泥処理方法

コンセプト・スタディで提案されている下水処理方法、汚泥処理方法を表 5.41 に示す。下水処理方法は、Anchieta 下水処理場の UNITANK 活性汚泥法を除き回分式活性汚泥法が採用されており、本事業での拡張分も同様の処理方法が提案されている。下水処理場で発生した汚泥は、場内で汚泥濃縮と汚泥脱水が行われた後、処分場³⁰へ搬出される。汚泥脱水方法は、ベルト・プレス法が使用されている Bichoro 下水処理場を除き遠心脱水が採用されていたが、ベルト・プレス法の脱水機が適切に機能していないため今回は Bichoro 下水処理場も SABESP でより実績の多い遠心脱水を採用する計画である。

表5.41 コンセプト・スタディで提案されている下水処理方法と汚泥処理方法

市	下水処理場	下水処理方法		汚泥処理方法	
		既存	拡張	既存	拡張
ペルイバ	1) P1	回分式	回分式	遠心脱水	遠心脱水
	2) P2	回分式	回分式	遠心脱水	遠心脱水
イタニャエン	3) Guapiranga	回分式	回分式	遠心脱水	遠心脱水
	4) Anchieta	UNITANK*	UNITANK	遠心脱水	遠心脱水
モンガグア	5) Bichoro	回分式*	新規エットなし	フィルター・プレスから遠心脱水に変更	既存の更新分に含まれる
	6) Barigui	回分式	回分式	遠心脱水	遠心脱水
クバトン	7) Casquero	回分式	回分式	遠心脱水	遠心脱水
グアルジャ	8) Carvalho	回分式	回分式	遠心脱水	遠心脱水
ベルチオガ	9) Centro	回分式*	回分式*	遠心脱水	遠心脱水
	10) Vista Linda	回分式	回分式	遠心脱水	遠心脱水

* 下水処理工程のばっ気には散気管を用いているが、Anchieta、Bichoro、Centro の下水処理場ではエアレーターが用いられている
出典: SABESP 提供資料

3) 追加施設

本事業では、これまでに設置されていなかった以下の設備を新たに導入する計画である。

- ジオ・バック：反応槽のメンテナンス時に、反応槽を空にするために引き抜いた堆積物を入れるための施設である。ジオ・バックには浸透機能があり、水分はしみ出して反応槽に

30 サントス市の Sítio das Nevas 処分場。2.3.4 (3)参照

送られ、堆積物はジオ・バック内に残り、後で処分場まで搬出され廃棄される。

- 直接持ち込まれる汚水・汚泥の受入施設：P1、P2、Guapiranga、Barigui、Carvalho、Vista Linda の 6 下水処理場において、各処理区で発生する腐敗槽汚泥やその他の汚水・汚泥を受入れるための施設である。車両で搬入されてきた汚泥、浸出水を受入れるための施設、汚泥、浸出水にばっ気を施すための施設、さらに反応槽に送水するためのポンプ等を含む。

(2) 計画の問題点

下水処理施設の計画に関わる問題点と必要な検討事項を以下に記載する。

1) 環境水質基準の順守

SABESP の全ての下水処理場は連邦政府の基準「Resolução Conama 357/2005-430/2011」と州の上乗せ基準「Decreto Estadual No. 8.468/1976」で規定された排水水質基準を満足するように設計されている。4.3.1 節(3)で述べたように CETESB は単に排水基準のみでなく放流先水域への影響を考慮したうえで環境許可を発行するため、下水処理の方法や処理水の放流先は環境許可を待って確定される。本事業は全て既存下水処理場の拡張であり、既に許可を得ている処理方法と放流先に倣えば拡張工事への環境許可に困難が生じるとは考えにくい、SABESP から CETESB への環境許可申請は今後行われる予定である。

2) 雨天時流入水の受け入れ

バイシャーダ・サンチスタ地域の下水道は分流式であるため、本事業対象の下水管やポンプ場の容量計算で雨水の混入は考慮されていない。しかし、雨水排除施設の整備が不十分であることから市民が敷地内の雨水排水を下水道に接続するケースや降雨時に下水道マンホールふたを開けて雨水を下水管に取り込む行為が後を絶たない。SABESP は誤接続を削減するための調査を行っている。しかし、降雨時に雨水を下水管に取り込む行為については各市が下水道施設を最大限活用しての雨水の排水を SABESP に期待していることもあり、ある程度容認せざるを得ない状況である。そのため SABESP は、洪水時に過剰に流入した雨水を含む下水をポンプ場の予備ポンプも用いて最大限排水できる水量を雨天時流量として算出し、下水処理場で受け入れる計画としている。

しかし、雨水を「処理」するために過剰な設備となることや本来の下水処理の機能を低下させることは本末転倒である。そのため、下水処理場の設計が分流式下水道の下水処理場として過剰な施設となっていないか、降雨時においても水質基準に従った処理水を放流できるかの確認が必要である。

3) 土砂流入対策

コンセプト・スタディによれば、2019 年段階で対象 10 か所の下水処理場全てにおいて沈砂池の不具合と、砂の流入による反応槽の機能障害が報告されている。また、4.3.1 節(2)で述べたように、本業務における現地踏査では、SABESP のメンテナンスによって改善された点もあるものの同様の課題が残っており、悪化している点もあることが確認された。

これに対しコンセプト・スタディは、砂の堆積で下水処理施設がダメージを受けないよう表 5.42

に示すような沈砂池の増強が計画され、既に詳細設計も行われている。

表5.42 コンセプト・スタディにおける沈砂池の増強計画

処理場	縦(m)	横(m)	数量(個)			水面積(m ²)		水面積 増加率
			既設	増設	増設後	既設	増設後	
1) P1	6.4	6.4	2	1	3	82	123	150%
2) P2	6.4	6.4	2	0	2	82	82	100%
3) Guapiranga	6.1	6.1	2	1	3	74	112	150%
4) Anchieta	6.1	6.1	撤去	3	3	18	112	620%
5) Bichoro	3.1	3.1	1	1	2	9	19	200%
6) Barigui	4.5	4.5	2	1	3	41	61	150%
7) Casquero*	6.1	6.1	撤去	3	3	25	112	456%
8) Carvalho	4.9	4.9	2	2	4	48	95	200%
9) Centro	7.6	7.6	撤去	2	2	54	116	214%
10) VistaLinda	4.5	4.5	2	1	3	41	61	150%

*: Casuqueiro 下水処理場は沈砂池を通過した下水のうち 42 L/秒を隣接するLagoa 下水処理場に送水する
出典: コンセプト・スタディを基に調査団が作成

上表から分かるように、P2 下水処理場を除く全ての下水処理場で沈砂池の水面積を現状の 150%–620%まで増強する計画である。Anchieta、Cosqueiro、Centro の 3 下水処理場では、既存の沈砂池を撤去し、拡張分の沈砂池と合わせて新設する。その他の 7 下水処理場の沈砂池では、不具合のある沈砂掻寄機、砂分離機の交換も提案されている。これらの拡張工事と設備更新によって沈砂池の不具合と反応槽での砂の堆積が解決するかを確認するとともに、沈砂池構造の妥当性の検証、維持管理作業の改善策についての検討が必要である。

4) UNITANK 活性汚泥法の採用

対象 10 か所の下水処理場のうち、Anchieta 下水処理場だけが UNITANK 活性汚泥法を採用している。2019 年と 2021 年のいずれの水質データでもこの Anchieta 下水処理場のみが排水水質基準を満たしておらず、BOD の除去がうまく機能していないと報告されている。UNITANK 活性汚泥法の採用例は世界的にもあまり多くないため、UNITANK 活性汚泥法の採用にあたっては、調査団はその維持管理体制も含めて SABESP と協議を行った。SABESP は拡張分の処理施設でも既存と同じ UNITANK 活性汚泥法を採用することを継続性の観点から強く希望している。

5) 既存施設の更新、修復工事

既存施設の更新、修復工事は、コンセプト・スタディが行われた 2019 年の状況をもとに計画されている。しかし、4.3.1 節(2)に記載したように既に SABESP によって改善された部分があり、一方で状態が悪化した箇所もある。また、施設の状況は今後も変化し続け、SABESP は下水処理施設の機能を維持するため適宜必要な対処を取ることになる。そのため、本事業を実施する時点では必要な更新、修復工事は更に変わっていることが想定される。沈砂池、汚泥処理施設、反応槽の散気管などの修復が必要なことに変わりはないが、更新、修復工事の内容には既往計画からの変更が必要である。

6) 直接持ち込まれる汚水・汚泥の受け入れ施設

下水処理場に直接持ち込まれる汚水・汚泥には工業からの排水に由来する重金属類が含まれている疑いがある。受け入れ施設については、下水処理水放流先の水域を汚染することがないように適切な運用とモニタリングを行う必要がある。

5.5.7 工事費用

既往計画において想定されている下水処理場と下水収集施設の工事費用を表 5.43 及び表 5.44 に示す。SABESP は、コンセプト・スタディ及び詳細設計において各施設の工事費を算定している。ただし、下水処理場ごとに工事費がまとめられているものの、処理場内で行なう拡張工事と既存修繕工事の区別がなく計上されている。下水収集施設の工事費は処理区ごと、処理区内のサブエリア（処理分区）ごとに整理されている。ただし、管路の一部で非開削工事が計画されているものの、工事費の中では開削工事と非開削工事の内訳は不明である。

表 5.43 既往計画における下水処理場の仕様と工事費用

下水処理場	市	仕様	工事費 (リアル)
P1	ペレイバ	拡張: 273 L/秒(日平均)→294 L/秒 (25,444 m ³ /日)	55,879,952
P2		拡張: 123 L/秒(日平均)→182 L/秒 (15,764 m ³ /日)	40,729,044
Guapiranga	イタニャエン	拡張: 277 L/秒(日平均)→365 L/秒 (31,560 m ³ /日)	31,531,804
Anchieta		拡張: 267 L/秒(日平均)→303 L/秒 (26,161 m ³ /日)	30,492,838
Bichoro	モンガグア	設備改善: 70 L/秒(日平均)→79 L/秒 (6,850 m ³ /日)	13,049,583
Barigui		拡張: 208 L/秒(日平均)→258 L/秒 (22,291 m ³ /日)	50,035,642
Casquero	クバトン	拡張: 111 L/秒(日平均)→134 L/秒 (11,578 m ³ /日)	35,198,085
Carvalho	グアルジャ	設備改善: 242 L/秒(日平均)→284 L/秒 (24,557 m ³ /日)	70,721,979
Centro	ベルチオガ	拡張: 127 L/秒(日平均)→172 L/秒 (14,840 m ³ /日)	16,812,405
Vista Linda		拡張: 128 L/秒(日平均)→182 L/秒 (15,688 m ³ /日)	16,747,665
合計 (SABESP プレゼン資料 (293 百万リアル) とは事業対象の相違から不一致, 添付資料 5.10)			361,198,997

出典: 各下水処理場の RELATÓRIO DE PROJETO EXECUTIVO FINAL DO PACOTE TÉCNICO - RPE FPT に基づいて調査団作成

表 5.44 既往計画における下水収集施設の仕様と工事費用

処理区	仕様	工事費 (リアル)
P2	幹線管渠 1,164m、収集管渠 43,982m、ポンプ場 5 基、戸別接続 976 戸	136,772,570
Guapiranga	幹線管渠 3,798m、収集管渠 136,861m、ポンプ場 13 基、戸別接続 7,086 戸	223,015,044
Anchieta	幹線管渠 2,798m、収集管渠 52,438m、ポンプ場 9 基、戸別接続 4,713 戸	140,285,777
Costa do Sol	収集管渠 37,618m、ポンプ場 2 基、戸別接続 1,890 戸	67,990,178
合計 (SABESP プレゼン資料 (619 百万リアル) とは事業対象の相違から不一致, 添付資料 5.10)		568,063,569

出典: SABESP 提供資料(PACOTE TÉCNICO – ENTREGA FINAL, 2014)に基づいて調査団作成

5.5.8 工事計画及び実施スケジュール

既往計画における事業実施スケジュール（下水処理場）について、表 5.45 に示す。詳細設計では、下水処理場ごとに添付資料 5.11 に示す工事計画及び事業実施スケジュールが整理されている。また、管路工事の事業実施スケジュールは、詳細設計時点(2014 年 7 月)の事業実施スケジュールが整理されており、2021 年 5 月の SABESP 提供資料では 3 か月単位の概略工程までが整理(表 5.46)されている。SABESP 提供資料における事業実施の全体スケジュールを図 5.14 に示す。

表5.45 既往計画における下水処理場の工事期間

処理場	工事期間※1	工程数※2	総実施期間
P1	18 か月	10 工程	84 ヶ月
P2	18 か月	8 工程	
Guapiranga	12 か月	11 工程	
Anchieta	12 か月	13 工程	
Bichoro	5 か月	6 工程	
Barigui	18 か月	11 工程	
Casquero	12 か月	7 工程	
Carvalho	8 か月	12 工程	
Centro	12 か月	11 工程	
Vista Linda	12 か月	10 工程	

※1: 準備工・資機材調達・竣工業務等は含まない。

※2: SABESP 詳細設計の概略工程表における工期設定の最小工程のこと。詳細は添付資料 5.11 を参照。

出典: RELATÓRIO DE PROJETO EXECUTIVO FINAL DO PACOTE TÉCNICO - RPE FPT(各 ETE)に基づいて調査団作成

表5.46 既往計画における下水収集施設の工事期間

管路	工事期間	総実施期間
P2	60 ヶ月	84 ヶ月
Guapiranga	60 ヶ月	
Anchieta	60 ヶ月	
Costa do Sol	48 ヶ月	

出典: 各下水処理場の RELATÓRIO DE PROJETO EXECUTIVO FINAL DO PACOTE TÉCNICO - RPE FPT に基づいて調査団作成

事業内容			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
ベルチオガ市	管路	入札								
		契約								
ベルチオガ市、クバトン市、グアルジャ市、 モンガグア市、イタニャエン市、ペレイベ市	処理場 (10処理場)	入札								
		契約								
イタニャエン市	管路	入札								
		契約								
ペレイベ市	管路	入札								
		契約								
事業管理		入札								
		契約								
技術コンサルタント		入札								
		契約								

出典: SABESP 提供資料(Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista)に基づいて調査団作成

図5.14 既往計画における下水道コンポーネントの事業実施スケジュール

5.5.9 建設用地の確保と住民移転

コンセプト・スタディは、各下水処理場の建設用地について既存の植生や伐採の対象について説明がなされている。10か所の既存下水処理場拡張用地は全て SABESP が所有する土地である。

下水収集施設については用地や環境に関する調査や検討は行われていないものの、下水道管路は既存道路内に埋設される設計となっているため用地の取得は不要である。一方、ポンプ場についても住民移転は不要であるが、用地取得が必要となる箇所がある。

本事業に伴う用地取得、住民移転については樹木伐採等も含めて第 11 章で詳述する。

5.5.10 環境社会配慮

各下水処理場のコンセプト・スタディでは、事業に関連する環境法規の一般的な説明の他に、現地踏査の結果をもとに、建設用地の自然環境に関する記述、動植物の保護についての記述がある。この調査は独自の水質調査、土壌調査などを行わない簡易的なものである。下水処理場の位置は保護区に該当しておらず、貴重な森林を切り開くような行為も予定されていない。そのため、SABESP の既往調査では、同種の建設行為に関わる環境関連規制について一般的な言及はあるが、本事業の為の環境社会配慮に関する詳細な検討は行われていない。

下水収集施設については環境に関する調査や検討は行われていないが、管路は既存道路内に埋設されるもので、ポンプ場も小規模であることから回避や緩和が困難な環境社会影響はないと考えられる。

本調査での環境社会配慮については第 10 章で詳述する。

5.6 本事業実施の妥当性の確認

5.6.1 本事業実施の妥当性

SABESP が要請している本事業について、「事業実施の必要性」、「上位計画との整合性・他事業との連関」、「事業規模の妥当性」、「適用されている技術の妥当性」「環境社会影響」の観点から述べる。

(1) 事業実施の必要性

バイシャーダ・サンチスタ地域では、主たる産業の観光業を支える海水浴場の水質悪化への懸念が高まっている。そのため CETESB はビーチの水質を詳細にモニタリングしているが、その結果によると下水道の整備が進められているにもかかわらず水質が悪化している海域があるなど、人口の増加や経済活動の拡大に環境対策が追い付いていない状況である。また、市ごとの保健衛生指標を見ると、殆どの市において乳児死亡率が国家目標を上回っている。さらに、下水道の整備が遅れている市では水様性下痢による入院患者数が高い傾向も認められるほか、社会調査の結果によっても、下水道に接続されていない世帯では水因性疾患の罹患率がやや高かった。そのため、下水道整備を更に促進し、地域の衛生環境と経済発展に寄与する本事業の必要性は非常に高い。

また、地域の上下水道サービスを担う SABESP は、2020 年に施行された新国家基礎衛生法(Novo Marco) により、2033 年までに下水処理場接続率 90%を達成することが法的に求められている。市民の上下水道サービスが安定的に運営されることを担保するため、SABESP が Novo Macro の要求に応えるのを支援することは市民の安心・安全な生活にも繋がる。

水道コンポーネントについては、本事業は水圧、水道サービスの継続性、水道へのアクセスを改善するもので、市民の生活環境と衛生環境の改善に貢献する。また、限られた水資源を有効に活用する必要があるバイシャーダ・サンチスタ地域にとって、ピーク需要に備えるための貯水容

量の増強と柔軟性の高い送水ネットワークの構築が重要である。したがって、本事業で計画されている送配水施設には高いニーズがある。

(2) 上位計画との整合性・他事業との連携

本事業は、SABESP が 2007 年より推し進めている「きれいな波プログラム」の最終フェーズである。きれいな波プログラムは各市と SABESP が締結するコンセッション方式の契約に示された整備目標を満足するべく計画されており、Novo Marco の整備目標にも概ね合致する。また、同地域では SABESP や民間が行う上下水道整備が予定されているが、本事業と重複するところはなく、地域全体の中で各事業が受け持つエリアは明確に区分けされている。すなわち、本事業は上位計画と整合しており、今のところ他事業との連携でも支障がないと考える。

ただし、ベルチオガ市とクバトン市では現状の下水道整備計画が Novo Marco の整備目標と合致していないことから、SABESP は 2033 年までに下水処理場接続率 90%を達成する整備計画を作成し、両市と合意する必要がある。特にクバトン市については現在の整備計画と Novo Marco の整備目標の乖離が比較的大きいため、既整備地域での接続促進を強く推進するなど、目標達成に向けた具体的なアクションが求められる。

(3) 事業の規模

既往計画では、SABESP が上下水道事業の計画のために SAED に委託した人口予測の結果を用い、消費水量の実績値をもとにした合理的な水需要予測が行われている。

ただし、上水道コンポーネントと下水道コンポーネントが異なる水需要予測を参照して計画されているのは理想的ではない。2011MP の水需要予測は 1 人一日あたり 230L/人/日（5.4.3 節(4)）に該当する一方で、下水道コンポーネントの既往計画が想定する消費水量は 350－530 L/人/日（汚水量で 283－425 L/世帯/日）（表 5.30）である。下水道計画で想定する消費水量は 1 世帯あたり 3 人とする 100 L/人/日から 180 L/人/日に相当し、2011MP よりも少ない。バイシャーダ・サンチスタ地域では 2010 年以降に使用水量が減少する傾向にあったため、2018 年から 2019 年にかけて作成された本事業の既往計画がより少ない水量を想定するのは自然である。しかし 5.5.3 節で述べたように、最新の水使用動向をもとにした下水量の再確認が必要である。

なお、SAEBSB は 2022 年にマスタープランを改定する予定である。改定においては水需要が見直され、地域全体の送配水施設の計画も更新される。本事業で建設される施設が地域の水道サービスに長く貢献するためには、改定後のマスタープランに合致した施設計画に更新する必要がある。

(4) 適用されている技術の妥当性

本事業のうち下水道コンポーネントは既に詳細設計が行われている。また、上水道コンポーネントについても既に一部は詳細設計が完了しており、残る部分についても詳細設計が着手されたところである。これまで行われてきた技術検討の熟度を考えると、本事業の技術的な実行可能性は高いレベルで既に確認されていると言える。

ただし、本事業の中心的な工事対象である下水処理場について、既往レポートは既存施設の方式を踏襲し回分式と UNITANK による処理を計画している。活性汚泥によるこれらの処理技術は排水基準を概ね満足することができるはずであるが、一方で、流入する砂へに対応を含めた運営・維持管理の問題により排水基準を順守できていない下水処理場があるのも事実である。適切な下水処理方法、施設や設備の形式、運営・維持管理の在り方については議論が必要である。また、下水処理場は降雨時に一定量の雨水を受け入れる計画となっているが、雨水排水路の整備が遅れている対象地域においてはやむを得ないと判断する。

下水収集施設についてはベルチオガ市の Costa do Sol 地区では真空式下水道、他の地域では広く一般的な流下型の分流式下水道が採用されている。流下型の下水道は中継ポンプ場を設けることで管路の埋設深を小さくしており、高い地下水位や軟弱地盤の存在を勘案すると合理的である。また、Costa do Sol 地区の真空式下水道は SABESP が初めて導入するもので、地下水位や地盤の問題を解決することが期待される。管路工事については、開削工事が困難な場所において非開削工法が提案されている。これは適切な設計思想であり、本調査では引き続き非開削工法の適用箇所について妥当性を確認する。

なお、放流先の河川が環境基準を満足しない問題については、SABESP は本事業を実施することで河川の水質改善に寄与することができる。ただし水質のモニタリングについては改善すべき点がある。

(5) 環境社会配慮

本事業は公共用水域の水質改善と人々の衛生環境を改善するもので、地域の環境社会に正の影響をもたらす事業である。また、本事業の建設用地には保護区に指定されている場所はなく、JICA ガイドラインも含めた関連する制度の順守、ならびに工事や運転管理による環境負荷に最大限配慮すれば非常に有意義な事業となる。

用地については下水処理場の全てが既に SABESP が保有している土地での建設であり、管路も全て既存の道路に埋設される。水道用の配水池・ポンプ場、及び下水道ポンプ場で用地の取得が必要になる見込みであるが、土地の取得が必要なケースをなるべく減らし、負の社会影響をなるべく回避した事業にすることは可能である。

5.6.2 妥当性を向上させるための既往計画へのアプローチ

以上に述べたように、本事業は様々な観点から実施の妥当性が高いと考えられる。今後更に妥当性の高い事業を形成するため、本調査では以下のアプローチをとる。

- 上下水道ともに、現状の計画では 2033 年の接続率が Novo Marco が求める値に達しない市がある。また、水道接続については接続意思を持たない世帯が一定数いるため Novo Marco の目標を達成できない公算が高い。SABESP は Novo Marco に従い、整備目標を満足するための事業計画につき各市と合意する予定だとしているが、契約に関する事業であるため事業計画の見直し内容については調査団と共有できる段階にない。本件は SABESP の安定経

営に影響を与える課題であるため、Novo Marco に応じて各市の事業計画をどのように見直すかにつき SABESP からの情報収集に努める³¹。

- 水道施設はマスタープランの改定中であり、バイシャーダ・サンチスタ地域の送配水計画は設計流量も含めて 2022 年までに見直される見込みである。また、本事業の一部であるプライア・グランデ送配水増強施設は詳細設計が着手された状況である。本来、本事業の計画はマスタープランの改定結果を踏まえ、バイシャーダ・サンチスタ地域の送配水システム全体の改善計画の一部として、実施中の詳細設計も含めた最新計画のレビューを行うべきである。しかし、本調査でマスタープランの改定結果や詳細設計の成果を踏まえることができないため、既往資料の範囲で調査団が妥当と考える計画水量をもとに、事業の対象であるペルイベ配水拡張本管とプライア・グランデ送水増強施設の仕様を現時点で入手可能な最新の資料をもとに個別に精査する。
- 下水処理場の拡張容量の根拠となる下水量の予測について、精度面での疑問と不明点がある。本調査では、最新の水消費動向に基づいてより確からしい下水量の算定を行う。
- 下水処理場が雨水を受け入れることで過度に過剰な施設となっていないか、雨天時においても排水基準を満足した下水処理所を行えるか確認する。
- 下水処理方法は既存施設の処理方法を踏襲しているが、既存施設は必ずしも良好な稼働状況ではない。本調査では、既存施設の問題点を分析したうえで、詳細設計が既に行われている状況も踏まえた現実的解決策を模索する。
- 既存の下水処理施設は詳細設計で改善工事が計画された 2019 年から 2 年が経過し、状況が変化している。本調査では独自に行った現地踏査の結果をともに施設の改善計画を更新する。特に施設の不具合の大きな要因となっている沈砂池の能力増強は優先課題である。
- 下水収集施設は既往計画において処理区ごとの下水道整備計画が立案され、それに基づいた詳細設計が行われている。施設の設計手法は対象地域の現状を踏まえており合理的である。本調査では、既往計画を基本としたうえで、管路内の汚泥の堆積を緩和するための流速確保、過大設計の回避、ポンプ場での砂対策など細部の検証と検討を行う。
- 管路工事について開削工事が困難な区間に適切に非開削工法適用されているかを確認する。
- 下水処理場からの放流水および放流先の河川水について、適切な水質モニタリング体制の構築を提言する。

次の 6 章、7 章、8 章では、上のアプローチに従い、掲げた課題への対応策を含めた施設の計画・設計を行う。また、10 章及び 13 章では本事業に係る環境モニタリングや下水道施設の運営・維持管理体制について提言を行う。

³¹ 接続意思を持たない市民に接続を強要する権限を持たない以上、整備率が 99% を満たせば SABESP の法的責任は果たされたと見なすのが合理的であると調査団は考える。Novo Marco がどのように運用されるか現時点では不明だが、整備率が 99% に達していれば接続率が 99% に未達でも SABESP は大きな責任を問われない可能性は十分にある

第6章 本事業の計画概要

本章では、第5章で実施妥当性を概ね確認した本事業について、施設の規模と基本レイアウトなど基本諸元の検討を行う。

なお、5章の表 5.10 及び表 5.11 で示したように、本事業で建設する施設は既に詳細設計まで完了している施設が殆どであり、詳細設計が唯一未実施であるプライア・グランデ送配水増強施設についても既に詳細設計に着手済みである。本章で見直す施設の基本諸元は工事の着手までに以下のように取り扱われることを前提とする。

- 水道コンポーネント：本調査では現時点で入手可能な資料をもとに施設の規模と基本諸元の更新・見直しを行い、本事業での想定スコープを審査のために作成した。今後、SABESP は 2022 年に完了する更新マスタープランの結果に応じて詳細設計を更新する。円借款契約後のコンサルティング・サービスは更新された詳細設計をレビューして工事入札用の図面と技術仕様書を整える。
- 下水道コンポーネントのうち下水処理場：本調査では最新の水需要と既存施設の現状をもとに既存施設の改善と拡張施設の基本計画を見直した。コンサルティング・サービスでは見直された基本計画をもとに、既存施設の状況を再度確認したうえで工事の発注¹に必要な基本図面の更新と技術仕様書を作成する。
- 下水道コンポーネントのうち下水収集施設：本調査では SABESP の詳細設計をレビューし、ポンプ場に砂溜まりピットの設置を提案するなど細部の見直し提案はあるが、管路の設計が概ね適切に行われていることを確認した。コンサルティング・サービスでは、詳細設計から7年が経過していることも勘案して管路の詳細な埋設位置を確認し、現場状況にあわせて詳細設計の見直しを行って工事発注用の図面と技術仕様書を作成する。

6.1 水道コンポーネントの計画

本事業で整備される水道施設は第5章 5.3 で記述した Mambu-Branco サブシステムの末端に位置する。建設が予定されている施設は下の二つからなる

- ペレイベ配水拡張本管：Mambu-Branco サブシステムの南西端に位置する既存 Prados 配水池から Peruibe 配水区、Caraguava 配水区それぞれへの配水本管
- プライア・グランデ送配水増強施設：同サブシステムの北東端に位置する Boqueirão 配水区に向かって海岸沿いを北東方向延びる送水管とプライア・グランデ市 Boqueirão 配水区内の配水池、ポンプ場、配水管、および中部システムへの緊急送水管

¹ 下水処理場施設の工事は設計施工一括方式（デザインビルド）にて実施される予定である（14章 14.3.3 節(3)参照）

6.1.1 ペルイベ配水拡張本管

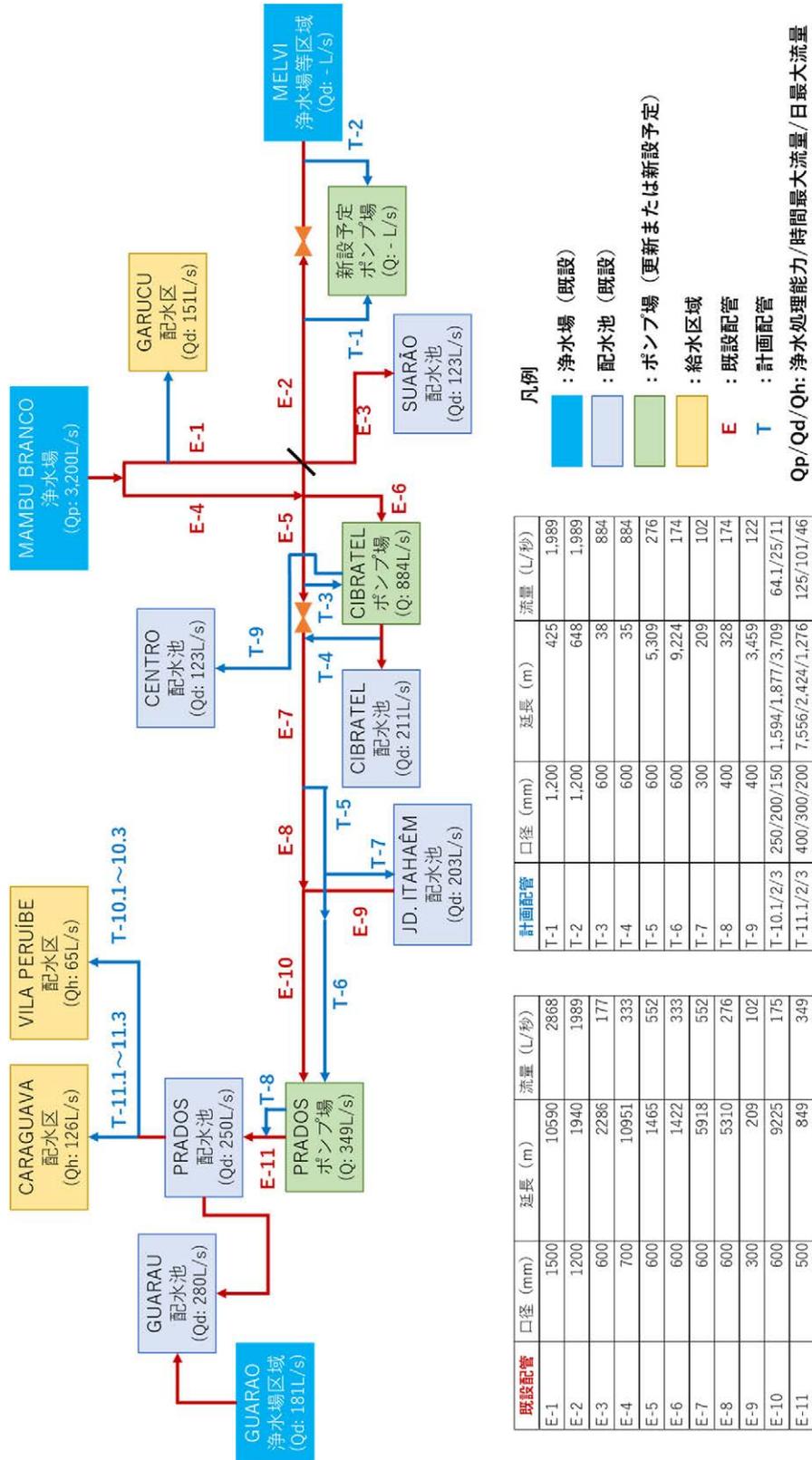
(1) 計画の概要

本事業で整備するペルイベ配水拡張本管は、Mambu-Branco 浄水場からペルイベ市内までの送配水施設を増強、拡張する目的で計画されている。Mambu-Branco 浄水場からペルイベ市への送水系統図を図 6.1 に、本事業で建設される配水本管のルートを図 6.1 に、主要諸元を表 6.1 に示す。なお、表 6.1 に示す諸元は 5 章 5.4.4 節で示した SABESP による計画を本調査でレビューした結果である。SABESP の既往計画からの変更点は本節(2)で後述する。

Mambu-Branco 浄水場は第 1 期拡張 (1,600 L/秒) が終了し、第 2 期拡張工事 (1,600 L/秒、計 3,200 L/秒) が進行中である。この拡張により増加する浄水は 送水管 E1 (D1500mm、図 6.1 参照)、送水管 E4 (D700mm) の 2 本の送水管により、Melvi 浄水場の方面から来る送水管 E-2 (D1200mm) と合流する。合流後、Mambu-Branco からの浄水は送水管 E-5、E-7、E-8、E-10 (いずれも D600mm)、既設 Prados ポンプ場と送水管 E-11 (D500mm) を経て既設 Pradso 配水池 (標高 69m の丘陵地上に位置する配水池) に到達する。また、この送水過程では、増補送水管 Trecho 5 (D600mm、図 6.1 中の T-5)、Trecho 6 (D600mm、同 T-6)、Trecho 8 (D400mm 同 T-8) がそれぞれ送水管 E-8、E-10、E-11 の能力を補っている。

さらに、Prados 配水池から出る既存配水本管 D600mm (既存配水システムへの配水本管) からは本事業で建設されるペルイベ配水本管の 2 系統 (Trecho 10 及び 11) が分岐し、それぞれが分担する配水区への追加的な配水を行う。

ペルイベ配水拡張本管は既に 2018 年に詳細設計が完了しており、完成予定は 2025 年とされている。



注： 図中の流量 (Q) は 2030 年水需要に対応

出典： Estudos e Projetos Básicos e Executivos das Ampliações da Reservação e da Adução de Água Tratada nos Municípios de Itanhaém e Peruíbe - Região Metropolitana da Baixada Santista (2018)

図6.1 Mambu-Branco 浄水場からペルイベ市内までの送水管と主な配水本管の系統図



出典：SABESP 提供の資料を基に調査団が作成

図6.2 ペルイベ配水拡張本管ルート図
表6.1 ペルイベ配水拡張本管の主要諸元

施設	計画流量 (L/秒)	口径、延長	区間
(1) Trecho 10			
10-1	64.90	DI 250 mm、延長 1,594.05 m	S0 (Vila Nova Street) から S79 (Vereador Jose Goés Street)
10-2	25.04	DI 200 mm、延長 1,876.94 m	S79 (Vereador Jose Goés Street) から S173 (Armando Cunha road/ 57th Street)
10-3	10.62	DI 150 mm、延長 3,709.01 m	S173 (Armando Cunha road/ 57th Street) から S358+13.57 (connection to existent network)
計		DI 150 – 250 mm、延長 7,180.00 m	Prados 配水池から Peruíbe 供給エリア
(2) Trecho 11			
11-1	125.12	DI 400 mm、延長 7,556.16 m	S0 (Vila Nova Street)から S377 (Tenente Jose Inacio Street)
11-2	100.76	DI 350 mm、延長 2,424.16 m	S377 (Tenente Jose Inacio Street) から S499 (Jundiáí Street)
11-3	46.34	DI 300 mm、延長 1,275.68 m	S499 (Jundiáí street) から S562 (rod. Padre Manuel)
計		DI 300 – 400 mm、延長 11,256.00 m	Prados 配水池から Caraguava 供給エリア

注：DI: ダクタイル鋳鉄管

出典：SABESP 提供資料

(2) 計画の見直し

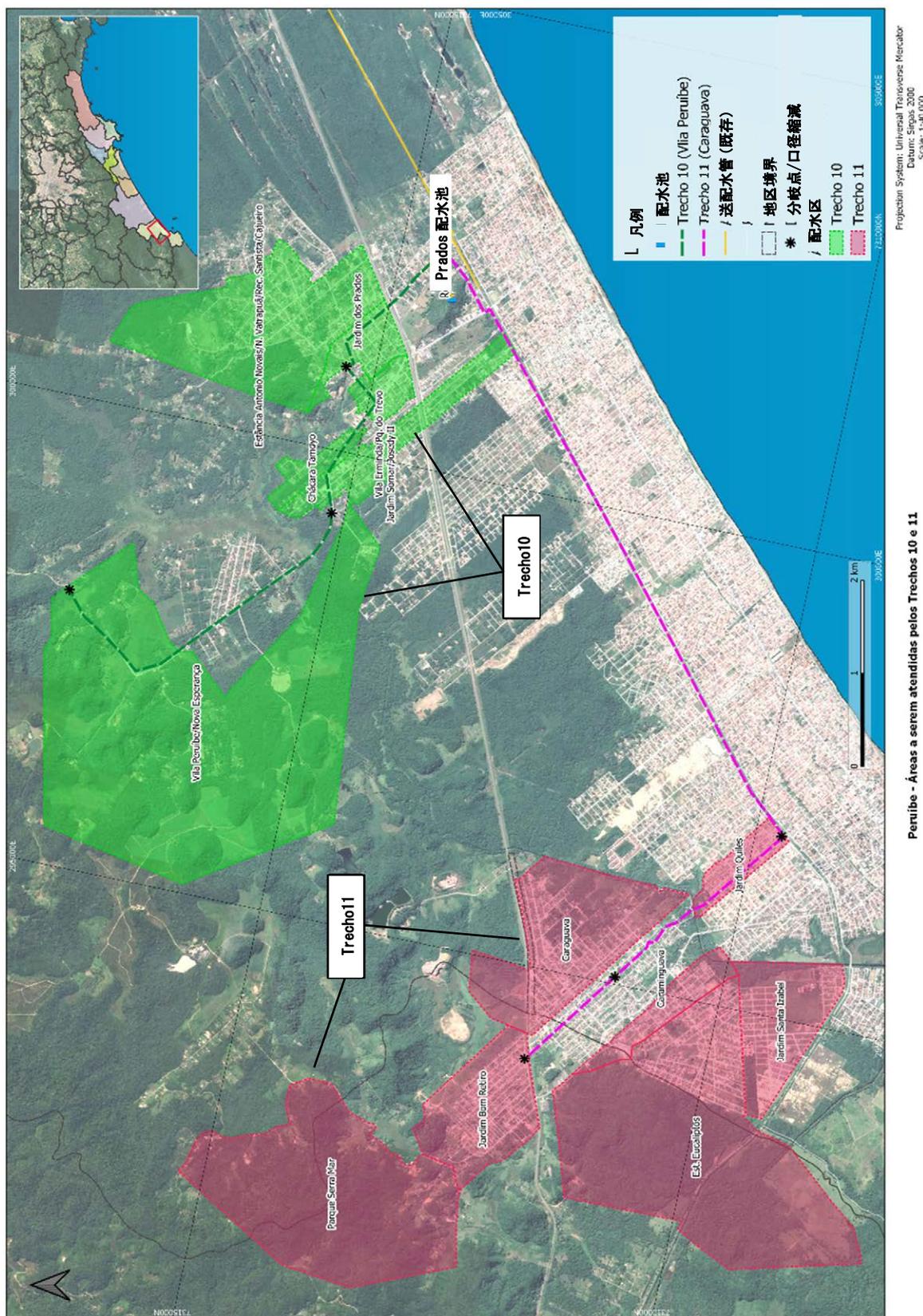
配水拡張本管として計画・設計されている Trecho 10 及び 11 配水エリアは Peruibe と Caraguava の両配水区である。Peruibe 配水区は現在でも Prados 配水池を経て Mambu-Branco 浄水場から主に受水しているが、本事業で整備する配水本管 Trecho10 によってより多くの水量を適切な水圧で受水できるようになることが期待される。また、既存配水区の北側にある新たな居住区への配水拡張も企図されている。一方の Caraguava 配水区は Guaraú 配水池を経て Guaraú-Peruibe 浄水場からの水を受けている。また、Trecho11 は既存 Guaraú-Peruibe 浄水場を水源とする Guaraú 配水池からの給水を受けているが、Trecho11 の整備により Mambu-Branco サブシステムとあわせて二つの水源から同時に給水を受けることになる。

図 6.3 にそれぞれの配水エリアの範囲及び配水本管のルートを示す。また、表 6.2 に配水本管の設計流量と本調査での管路口径の見直し結果を示す。両配水本管の起点である Prados 配水池は標高 69 m の小高い土地にあり、両配水区の標高は末端で概ね標高 10 m である。さらに現状の末端部での残存水圧を 20m と想定し、本調査では配水本管で許容される損失水頭は 40 m と想定として配水本管の口径を見直した。

表6.2 ペルイベ配水拡張本管の設計流量と管路口径の見直し

路線	設計流量 2030年時間 最大流量 (L/秒)	SABESP 既往計画		本調査の計画	
		管路仕様	区間損失水頭 (累計損失水頭)	管路仕様	区間損失水頭 (累計損失水頭)
Peruibe 配水区 : TRECHO 10					
TRECHO 10.1	64.09	D 250mm L = 1,594.05 m V = 1.31 m/秒	15.08 m (15.08 m)	同左	同左
VILA ERMINDA	1.03				
PQ. DO TREVO	0.91				
JD. DOS PRADOS	14.97				
NOVA VATRAPUÁ	8.49				
EST. ANTÔNIO NOVAIS	3.39				
CAJUEIRO	1.90				
RECREIO SANTISTA	8.35				
Trecho 10.2	25.04	D200mm L = 1,876.95 m V = 0.80 m/秒	9.25 m (24.34 m)	同左	同左
JD. SOMAR	5.48				
CHÁCARA TAMOYO	0.58				
JOSEDY II	8.37				
Trecho 10.3	10.62	D150mm L = 3,709.01 m V = 0.60 m/秒	15.19 m (39.52 m)	同左	同左
VILA PERUÍBE	8.55				
NOVA ESPERANÇA	2.07				
Caraguava 配水区 : TRECHO 11					
Trecho 11.1	125.12	D400mm L = 7,556.16 m V = 1.00 m/秒	24.99 m (24.99 m)	同左	同左
JD. QUILES	9.31				
JD. SANTA ISABEL	15.05				
Trecho 11.2	100.76	D300mm L = 2,424.16 m V = 1.43 m/秒	21.80 m (46.79 m)	D350mm L = 2,424.16 m V = 1.05 m/秒	10.29 m (35.28 m)
CARAMINGUAVA	35.30				
EST. DOS EUCALIPTOS	19.13				
Trecho 11.3	46.34	D200mm L = 1,275.68 m V = 1.48 m/秒	19.64 m (66.43 m)	D350mm L = 1,275.68 m V = 0.66 m/秒	2.73 m (38.00 m)
CARAGUAVA	38.15				
JD. BOM RETIRO	7.25				
PQ. SERRA MAR	0.94				

出典：調査団作成



出典：Elaborado pela equipe de estudo com base em informações dos Estudos e Projetos Básicos e Executivos das Ampliações da Reservação e da Adução de Água Tratada nos Municípios de Itanhaém e Peruipe - Região Metropolitana da Baixada Santista (2018)より調査団が作成

図6.3 Peruipe 配水拡張本管のルートと配水エリア

(3) 計画上の不明点(今後の SABESP の検討事項)

ペルイベ配水拡張本管は既に詳細設計が行われているが、SABESP はマスタープランの見直しを実施中である。事業実施に先立ち、更新マスタープランを踏まえて SABESP は以下の点について検討を行い、詳細設計を見直す必要がある。

- a. 配水本管 Trecho 10 および Trecho 11 の設計において、それぞれ Peruibe 配水区と Garaguava 配水区が配水管網全体の中でどのように機能するかが水理的に検討されていない。既存の配水本管と配水管網をモデル化し、総合的な管網解析が必要である。
- b. Prados 配水池は低水位 (LWL) が標高 69 m と高く、Trecho 10 と Trecho11 は配水管網側の要求に応じて十分な水圧で配水を行いやすい。しかし配水本管から配水管網への各分岐点での流量・圧力制御について未検討であり、各配水エリアの現状に応じた制御方法を検討する必要がある。この点も上記の総合的な管網解析と合わせての検討が必要である。
- c. 現在見直し中のマスタープランに応じ、最新の水需要にもとづいた流量と地域全体の送配水計画と総合した運用方法を設計条件として施設設計を見直す必要がある

上のうち a.および b.について、Prados 配水池からの流出管は、既存の配水本管 (D600) として平坦地に降りた地点 (配水池から約 500m の距離) で Trecho10 と Trecho11 に分岐する。この分岐部では、それぞれが受け持つ配水エリアに向かう配水本管の流量を制御する必要があるが、SABESP の方針がまだ立てられておらず、既存配水管網の管路情報や水圧データも調査団に提供されないことから本調査で具体的に制御方法を提示することが困難である²。

Trecho 10 は市内の既存配水管網に注水する計画であることが推察されるが、既存配水管網の管網データが提供されず、管網内での水圧測定も行われていない。そのため配水管網内で現在起きている問題を明確に把握できず、Trecho10 が配水能力増強にどのように寄与するか定量的な評価が難しい。Trecho 11 についても、Caraguava 配水区は Guaraú-Peruibe 浄水場 (Guaraú 配水池) と Mambu-Branco サブシステムの二つの水源から同時に給水を受けることになるが、Trecho10 と同様の理由で現状の把握と Trecho11 の定量的な効果を評価することが困難である。

すなわち、Trecho10、Trecho11 とともに、建設することで送配水システム全体の配水能力が強化することは確かであるが、現状の問題点を定量的に明らかにし必要な効果を確実に得るための管路口径と運転方法の決定には、SABESP が管網全体をモデル化して水理解析を行う必要がある。

² 分岐部バルブピットの構造については第7章 7.1 節参照

6.1.2 プライア・グランデ送配水増強施設

(1) 計画の概要

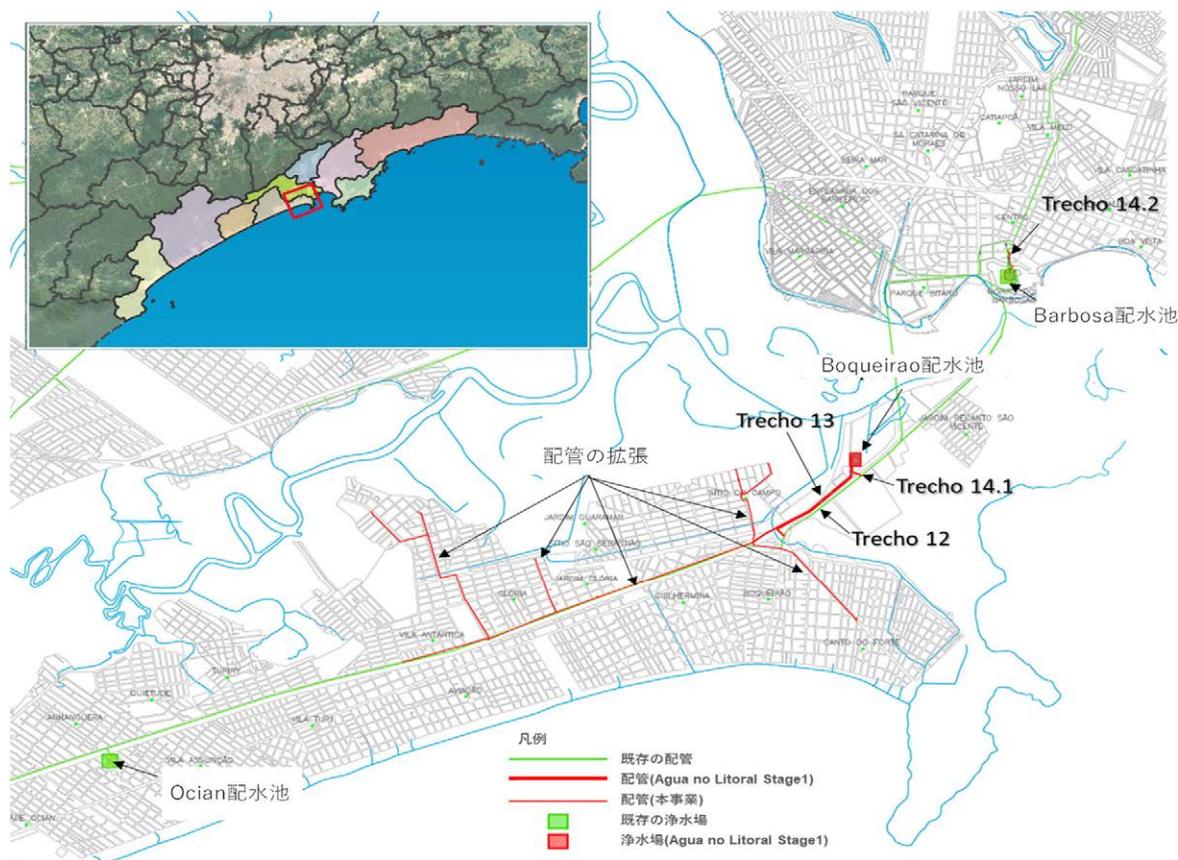
プライア・グランデ市の Boqueirão 地区は現在も夏季シーズンには水不足が生じており、この不足を補う緊急用として中部システムからの D700 送水連結管を通じ送水を受けている。しかし、今後は中部システムでも水需要が増加し南部に緊急送水を行う余地が減少することから、Boqueirão 地区内の水需要を南部システム内の水源で賄うために建設するのが本事業のプライア・グランデ送配水増強施設である。

5章 5.4.4 節で述べたように、現在実施されている Mambu-Branco サブシステムの拡張後、Boqueirão 配水区の主要水源は Melvi 浄水場となる。そのため、本事業はまず Melvi 浄水場から Boqueirão 配水区への送配水能力を増強する (Trecho12、Trecho13、Boqueirão 配水池・ポンプ場)。また、中部システムからの緊急用送水管 D700 を活用し、逆に南部から中部システムにも緊急送水が行えるよう既存送水施設を改造する (Trecho14、及び Boqueirão ポンプ場の緊急送水用ポンプ)。本事業で整備する施設の機能を表 6.3 に示す。また、図 6.4 に施設位置図を、表 6.4 に主要諸元を示す。

表6.3 プライア・グランデ配水増強施設の構成

名称	施設の種類	機能等
1) Trecho 12	送水管	既存の D900 送水管を延伸し Boqueirão 配水池まで到達する送水管。既存 D900 送水管は Melvi 浄水場を水源とする Ocian 配水池から北東に向かう送水管で、口径は D1200mm から現況末端部での 900mm まで漸減している。
2) Trecho 13	配水本管	Boqueirão 配水池から Boqueirão 配水網への配水本管。送水管 Trecho 12 が北東に向かって配水池まで送水した後、Trecho13 は同じルートを南西に戻り既存の配水エリア (Boqueirão 配水区) に配水する。同じルートを通る既存配水本管を増補する。
3) Trecho 14	送水管 (緊急送水用)	南部システムと中部システムを繋いでいる既設の緊急送水管と Boqueirão ポンプ場を連結する送水管。ポンプ場から既存の緊急送水管に繋がるまでの区間 (14.1) と、緊急送水管の送水先である Barbosa 配水池 (中部システム) の手前で既存送水管から分岐し、既存送水管と独立して配水池に入るまでの区間 (14.2) がある。
4) Boqueirão 配水区配水管網	配水管	Boqueirão 配水区内の既存配水管網の能力を増強するために設置する配水管。
5) Boqueirão 配水池・ポンプ場	配水池・ポンプ場	既存の配水池・ポンプ場の横に追加の配水池・ポンプ場を増設する。ポンプ場には Boqueirão 配水区への配水ポンプ、中部システムへの緊急送水ポンプの 2 系統がある。

出典：調査団作成



出典：SABESP 提供の資料を基に調査団作成

図6.4 プライア・グランデ送配水増強施設の施設位置図

なお、プライア・グランデ送配水増強施設は 2021 年 7 月に詳細設計が開始されたところである。2020 年 5 月から設計作業の入札が開始されていたが、漸く設計業者が選定され作業が開始された。現時点での SABESP の計画では施工完了は Peruibe 配水拡張本管と同様に 2025 年と計画されている。この設計作業では路線測量、地質・土質調査、水理解析、構造解析を行い、工事用入札図書を取りまとめることとなっている。

本調査では、SABESP から提供を受けた概略設計の成果を技術的に検証し、施設の主要諸元をレビューしている。表 6.5 に示す主要諸元は、本調査でのレビューにより一部を SABESP の既往計画から変更したものである。計画見直しの内容については本節(2)で詳述する。

表6.4 プライア・グランデ送配水増強施設の主要諸元

施設	計画水量	諸元	注
1. 送配水管			
(1) Trecho 12	1,317 L/秒 ^{*1}	SP D1000 mm, 延長 1,220 m ^{*2}	既存 D900 から新設される Boqueirão 配水池までの送水管
(2) Trecho 13	1,827 L/秒 ^{*1}	SP D1000 mm, 延長 1,553 m ^{*3}	Boqueirão 配水池から Boqueirão 配水区への配水本管
(3) Trecho 14	500 L/秒	SP D700 mm, 延長 176 m SP D700mm, 延長 327 m ^{*4}	Boqueirão 配水池から既存送水管(南部から中部へ) 既存送水管(中部から南部)から Barbosa 配水池
小計		SP D700 – D1000、延長=3,276 m	
(4) Boqueirão 配水区配水管		総延長 10,472 m	

日本工営株式会社
中南米工営株式会社

施設	計画水量	諸元	注
(4)-1	-	SP D1000 mm, 延長 10 m	-
(4)-2	-	DI D600 mm, 延長 1,779 m	-
(4)-3	-	DI D500 mm, 延長 1,296 m	-
(4)-4	-	DI D400 mm, 延長 1,912 m	-
(4)-5	-	DI D300 mm, 延長 2,459 m	-
(4)-6	-	uPVC D200 mm, 延長 1,922 m	-
(4)-7	-	uPVC D100 mm, 延長 1,094 m	-
2. 配水池およびポンプ場			
(1) Boqueirão 配水池	20,000 m ³ (10,000 m ³ x 2 池)	鉄筋コンクリート造、20 m x 50 m x 10 mH x 2 池	-
(2)-1 Boqueirão ポンプ場 配水ポンプ	1,660 L/秒	Q 914 L/秒 x H 24 m, 280 kW x 3 台 (内 1 台予備), 両吸込 渦巻ポンプ*5	Boqueirão 配水区への配水ポンプ
(2)-2 Boqueirão ポンプ場 緊急送水ポンプ	500 L/秒	Q 250 L/秒 x H 50 m, 160 kW x 3 台 (内 1 台予備), 両吸込 渦巻ポンプ*5	中部のサントス市およびサン・ピセンテ市への緊急送水用ポンプ

注: SP: Steel Pipes 鋼管, DI: Ductile Cast Iron Pipes (ダクタイル鋳鉄管), uPVC: unplasticized polyvinyl chloride pipes(硬質塩ビ管)

*1: SABESP 既往計画での計画水量(想定年 2020 年)を本調査で 2030 年の想定流量に見直し(表 6.5)

*2: SABESP 既往計画では D900mm であったが本調査で D1000 に増径

*3: SABESP 既往計画では D900mm であったが本調査で D1000 に増径

*4: SABESP 既往計画では D400mm であったが本調査で D700 に増径

*5: 本調査での水理検討の結果を踏まえ、既往計画でのポンプ要領を見直し

出典: SABESP 提供の資料を基に調査団が作成。

(2) 計画の見直し

1) 計画流量

既往計画における各施設の諸元は 2020 年を目標とした水需要予測に基づくものであり、改めて目標年次を Mambu-Branco サブシステムに合わせ 2030 年に再設定する必要がある。既存概略設計は 2011MP での 2020 年水需要予測から設計流量をもとに施設は計画されているが、調査団で試算した水需要予測と比較すると表 6.5 のようになる。

表6.5 Boqueirão 配水区設計流量

年次	既存概略設計での設計流量*1	調査団の試算*2	
		2020 年	2030 年
日最大設計流量 (L/秒)	1,085	1,176	1,317 : 21%増*3
時間最大設計流量 (L/秒)	1,627	1,627	1,828 : 12%増*3

*1: 採用している設計流量: 2011MP での 2020 年水需要予測をもとに設定

*2: 2011MP での水需要予測手法に順じ、2030 年水需要予測を試算。5 章 5.4.5 節(2)から(3)で記述

*3: 既存概略設計での設計流量と調査団が 2030 年試算値との割合

出典: 調査団作成

なお、現在実施されている 2011MP の改定では水需要予測が見直されている。進行中の詳細設計は、見直された水需要予測にもとづいて施設設計を行うことが望ましい。

2) Trecho 12 送水管

Trecho12 が延伸する既存 D900 は Ocian 配水池に併設されているポンプ場で加圧されている。すなわち Trecho12 の設計では既存ポンプが Trecho12 を経て Boqueirao 配水池に送水する能力があるかの確認が必要であるが、Ocian 配水池のポンプ仕様の情報が得られていない。そこで、Trecho12 の終点（Boqueirao 配水池の高水位）が Trecho12 の起点（既存 D900m 送水管の終点）の管芯高よりも 9m 高いことをもとに簡易的な水理検討で Trecho12 の口径を設定する。

既存送水管終点の末端残圧を 15m と想定すると、Trecho12 の区間で許容される損失水頭は標残圧から標高差を差し引いた 6 m である。表 6.6 より、口径が既往計画の D900mm の場合、損失水頭が許容値と同値であることから既存ポンプでは Boqueirao 配水池に送水できない可能性がある。また、流速も 2.07 m/秒とやや早く、管路の摩耗を早めるおそれがある。そのため、本調査では Trecho12 の口径として D1000mm を想定する。なお、D1100mm とすると水理的により望ましいが、D1000mm の場合との損失水頭の違いが僅か 1.35 m である。1.35 m はこの簡易的な水理検討の中では誤差ほどの差異であることから D1100 は想定しない。ただし、現在 SABESP が実施している詳細設計では Ocian 配水池のポンプ仕様をもとに同配水池から Boqueirao 配水池までの送水管全体の水理検討を行って最終的な口径が決定されるべきである。

表6.6 Trecho12 の口径検討

口径	流量	流速	管路延長	損失水頭*1	評価*2
900 mm	1.317 m ³ /秒	2.07 m/秒	1,220 m	6.05 m	損失水頭の評価基準と同値で余裕がなく流速もやや早い
1,000 mm	1.317 m ³ /秒	1.68 m/秒	1,220 m	3.62 m	損失水頭の評価基準値内で流速も適度。採用。
1,100 mm	1.317 m ³ /秒	1.39 m/秒	1,220 m	2.28 m	損失水頭が小さく流速も適度だが 1,000mm のケースとの差異は小さい

*1: 損失水頭の計算で用いた公式:ヘーゼン・ウィリアムズ式

*2: 評価基準:Trecho12 の起点の残存水圧を 15m とし、Trecho12 の起点と終点の標高差:9m を差し引いて 6m

出典: 調査団作成

3) Trecho 13 配水本管及びポンプ施設

Trecho 13 は Boqueirão 配水池のポンプ場から Boqueirão 配水網への配水本管である。既往計画では口径が 900 mm であるが管内流速が 2.87 m/秒となり、ポンプ動力の面で不経済になるほか管路の摩耗も助長される。そのため、本調査では Trecho13 を 1000 mm に増径する。これにより管内流速は 2.32 m/秒となる。口径 1000 mm とした場合のポンプ要領の検討結果を表 6.7 に示す。

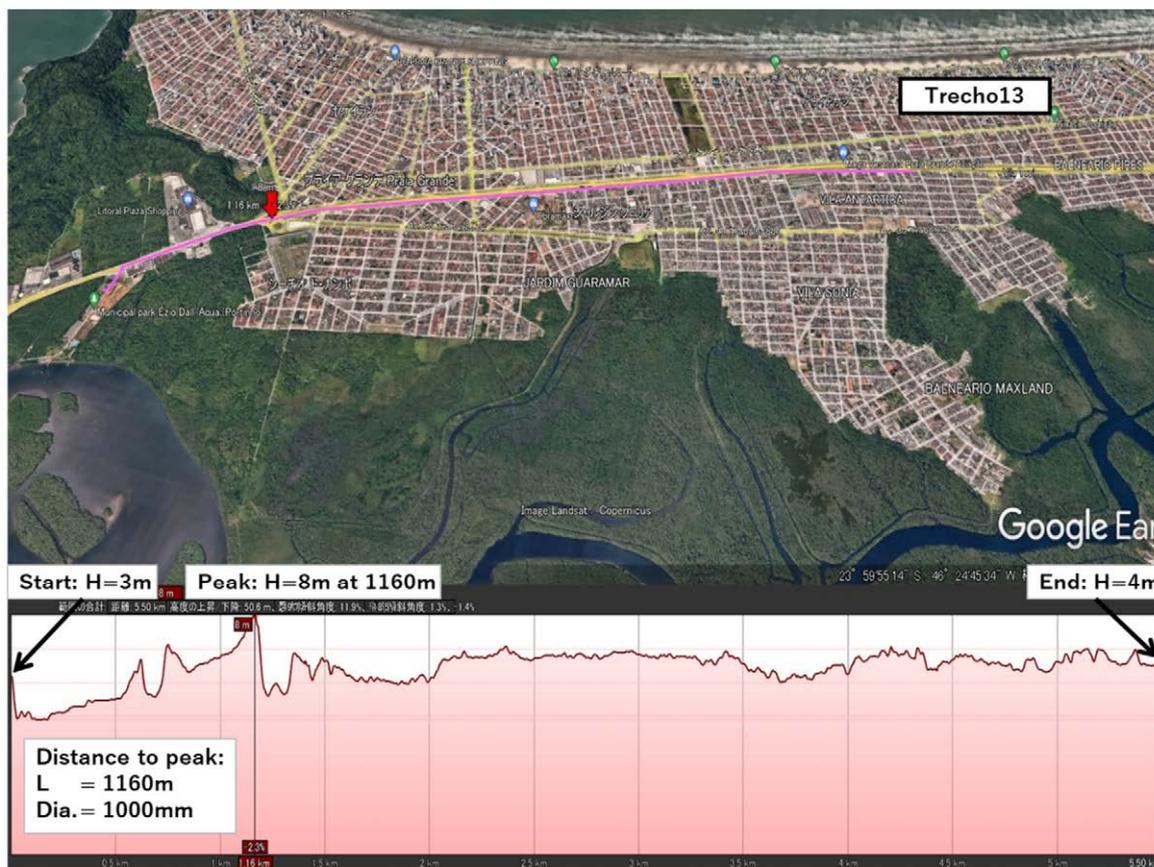
表6.7 Boqueirão ポンプ場の送配水ポンプの要項

ポンプの用途	要項	動力	台数	形式	運転制御
Boqueirão 配水区 配水ポンプ	914 L/秒 x 24 m	280 kW	2(常用) +1(予備)	両吸込渦巻 ポンプ	配水管内の水圧による制御
中部への緊急送 水ポンプ	250 L/秒 x 50 m	160kW	2(常用) +1(予備)	両吸込渦巻 ポンプ	送水先の配水池水位及び 配水管水圧による制御

出典: 調査団作成

水撃対策について、配水本管の縦断図（図 6.5）より、送水起点標高は 3 m、最高点は 8m である。ポンプと最終到達地点の間には 2つの小さな丘（それぞれ高さ 5 m と 4 m）があるが、このような起伏が小さい縦断形状では水撃圧は発生しにくいと判断され、対策は特に必要ない。

配管材料は Trecho 12 と同様に鋼管とする。



出典：Google Earth を基に調査団作成

図6.5 配水本管 Trecho 13 縦断面図

4) Trecho 14: 中部システム緊急送水施設

5.4.5 (4)2)で述べたように、Trecho 14 は南部から中部への緊急送水施設である。設計流量の 500 L/秒で、中部から南部への既存緊急送水管の設計流量を準用したものである。

a. Trecho 14-1

新設 Boqueirão 配水池から既設送水管への連結管は D700mm が計画されている。この場合、緊急送水の計画流量 500 L/秒に対して管内流速は 1.3 m/秒であり、妥当である。材質は鋼管が計画されており、これも妥当である。

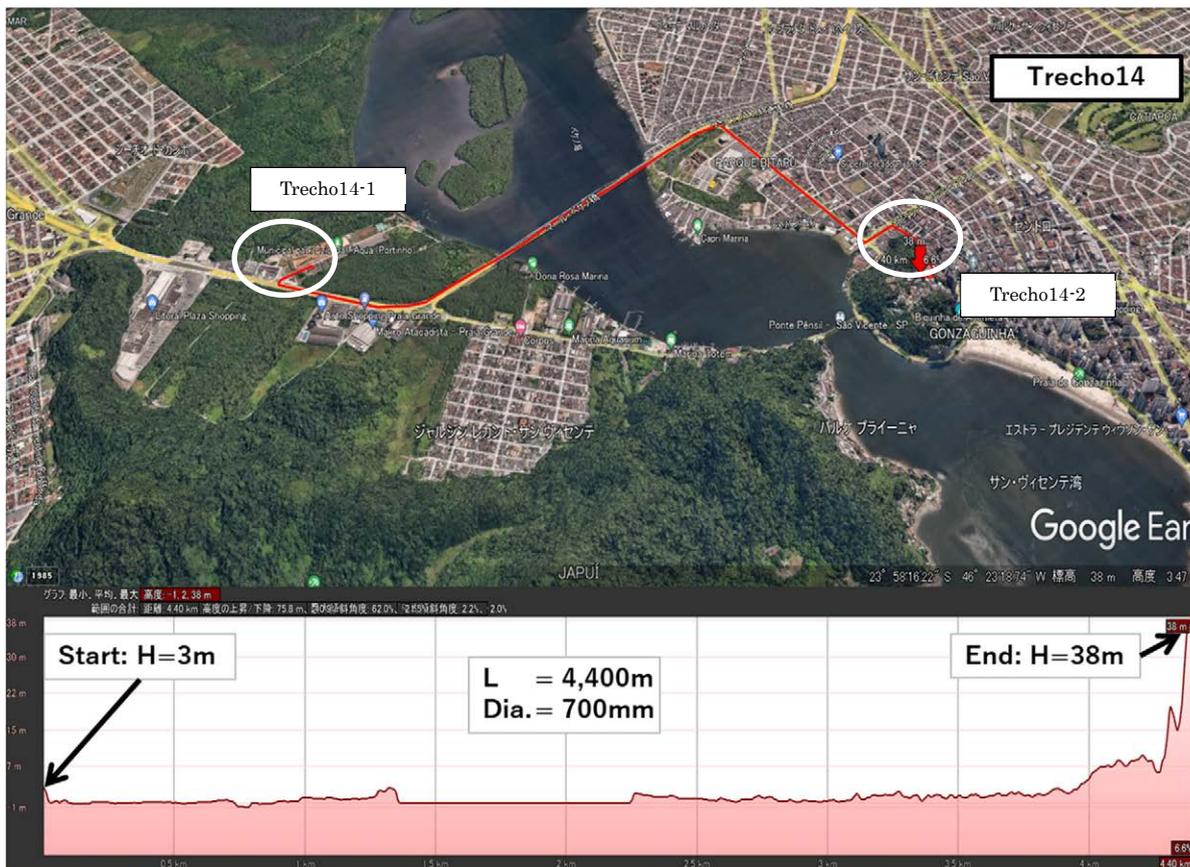
b. Trecho 14-2

既設パイプラインから分岐し、既設 Barbosa 配水池（群）のうちの 1 つに独立して流入する Trecho14-2 は D400 と計画されている。しかし、500 L/秒の流量では管内流速が 4.0 m/秒となり明らかに過大である。緊急送水される水の一部のみが Trecho 14-2 に分岐すると想定されている可能性があるが、延長が短いことも鑑み、緊急送水の柔軟性を高めるため本調査では Trecho 14-1 及び既存緊急送水管と同じ D700 の口径を想定する。配管材料は鋼管である。

c. 緊急送水ポンプ

計画流量 500L/秒の条件で管路縦断も参考に水理計算を行った結果、中部システム緊急送水施設の送水ポンプは表 6.7 に示した仕様となる。

水撃対策について、図 6.8 に示す送水管縦断図より最高点はポンプの位置から 35 m の高さである。しかし最高点はポンプから約 4,400 m 離れた平坦地であるため、本送水管は撃が発生しにくい縦断形状と判断でき、水撃対策は検討しない。



出典：Google Earth を基に調査団作成

図6.6 緊急送水管 Trecho 14 送水管平面・縦断図

5) Boqueirão 配水区配水管網

既往計画は既設で同様な機能を有する配水管の口径から新設配水管の必要口径を推定している。現在実施中の詳細設計において管網計算による検証が実施され、配水管の配置と口径が最終化される。

配管材料は、鋼管 (D900mm)、ダクティル铸铁管 (D300~600mm)、uPVC 管 (D200mm 以下) が計画されている。いずれも口径に応じて適切な材質が選定されている。

6) (2)-5 Boqueirão 配水池

Boqueirão 配水池は 2011MP において 2030 年水需要に対して計 30,000 m³ の容量が計画されている。このうち、20,000m³ (10,000 m³ x 2 池) が本事業で実施され、残り 10,000 m³ は建設するための用地を将来確保するとしている。配水池は鉄筋コンクリート構造である。

実施を計画している容量 20,000 m³は 2020 年日最大水供給量 1,085 L/秒に対し 5.1 時間分となり、一般的な 8 時間分に比べると不足している。さらに、調査団が想定する 2030 年の日最大水供給量 (1,317 L/秒、表 6.5 参照) に対しては 4.2 時間分となり一般値からの乖離は大きくなる。

しかし、配水池・ポンプ場用地は拡張用地の買収交渉は容量 20,000 m³の配水池を前提に用地交渉を実施中である。プライア・グランデ市は中部からの融通を受けやすい立地であることも鑑み、本事業では容量 20,000 m³の配水池を建設する。

6.2 下水道コンポーネントの計画

6.2.1 事業対象の流域と対象処理施設の選定

第5章で確認したとおり、本事業では表 6.8 にある処理区において下水処理場の整備と下水道管路の整備を行う。下水処理場の整備は 6 市 10 下水処理場、下水収集施設は 3 市 4 流域が対象である。各処理区の流域境界は、これまでの事業で構築されてきた計画を踏襲する。各処理区の境界は 7 章の「添付資料 7.1 概略設計図面 (下水処理場)」の図面 1-1 から 10-6 に示す。

表6.8 本事業の対象となる処理区と対象施設

市	処理区	対象施設	
		下水処理場	下水道管路
ベルチオガ市	Centro 処理区	✓	
	Vista Linda 処理区	✓	
	Costa do Sol 処理区		✓
クバトン市	Casuquero 処理区	✓	
グアルジャ市	Vicente de Carvalho 処理区	✓	
イタニャエン市	Guapiranga 処理区	✓	✓
	Anchieta 処理区	✓	✓
モンガグア市	Bichoro 処理区	✓	
	Barigui 処理区	✓	
ペルイベ市	P1 処理区	✓	
	P2 処理区	✓	✓

出典: 調査団作成

6.2.2 想定下水量の検討

(1) 下水量の検討

第5章 5.5.3 節で述べた課題を踏まえ、想定する接続率、水消費量の原単位、クバトン市及びグアルジャ市における工業からの排水量の計上方法、既往計画が想定している一部処理場への工業からの排水について検討する。

1) 下水道接続率

SABESP の既往計画は下水道接続率を 100%として得られた下水量を用いて下水処理場の容量を決定している。しかし、現状の下水道整備率、Novo Marco が掲げる整備レベルは 2033 年までに下水処理場接続率 90%であり、図 5.3 で示した各市との契約で規定されている最終目標も 2046 年または 2047 年で 95%から 99%である。即ち、現時点で定められている目標レベルを満足するだ

けの前提であれば、2039年を目標年次とする下水処理場を100%の接続率で計画する必要はない。

一方、SABESPは、現時点での下水道の整備目標が2039年までに100%接続ではないにせよ、地域の開発や社会情勢の変化に備え、域内で発生する全下水を適正に処理する能力を有しておくべきだとの考えである。

本調査では、SABESPの考えに従って100%接続で下水量を基本ケースとしつつ、下水道管路の進捗と足並みを合わせて接続率を低減した場合の下水量も算定した。

2) 水消費量原単位

SABESPは、2017年6月から2018年5月までの消費水量実績から最小水量と最大水量の原単位をそれぞれ設定し、それらが2039年まで一定であると想定している。結果として、各市において、夏場にあたる2018年1月または2月の実績が2039年までの最大水量原単位とされ、本事業の対象施設の容量を決定づけている。しかし、2010年から2020年までの夏場の消費水量を示した図6.7³より、バイシャーダ・サンチスタ地域の夏場の消費水量は経済と気象・気候の影響で以下のような推移を辿っていると考えられる。

- 2010年から2012年にかけて減速傾向にあった経済により夏場の消費水量は2013年まで停滞気味であった。しかし、2013年に経済がやや持ち直したことで2014年夏の消費水量は大きく増加した。
- 経済の回復は2014年まで続いたが、同年から2015年にかけて発生した水危機、及び2015年より再び冷え込んだ経済により水消費量は2016年夏まで急激に減少した。
- 水危機が去ったことで2017年の夏は消費水量がやや回復したが、長引く経済の不調で2018年の夏は再び消費水量が減少した。
- 水危機から更に時間が経過したことによる市民の節水意識の低下と猛暑の影響で2019年の夏は再び消費水量が増加した。しかし、上向かない経済と例年より低かった気温により2020年の夏の消費水量は再び減少した。2020年の夏（1月から2月）はまだコロナウィルスが蔓延する前であることから、消費水量の減少は経済と気候によるものと推察される。



出典: SABESP 提供の水消費量データをもとに調査団作成

図6.7 イタニャエン市及びペルレイベ市における消費水量最大月の消費水量の推移(2010年-2020年)

³ バイシャーダ・サンチスタ地域9市の最大月消費水量の推移は添付資料5.14参照

このような推移から、2018年の夏は例年よりも消費水量が少ない年であったと考えられる。そのため、2018年夏の消費水量実績をもって下水道施設の容量を決めることには、近い将来に施設能力が不足するリスクがある。そこで、本調査では、各市の夏場の消費水量が恒常的に2019年の水準で概ね推移すると推定し、施設能力の根拠とすることを提案する。

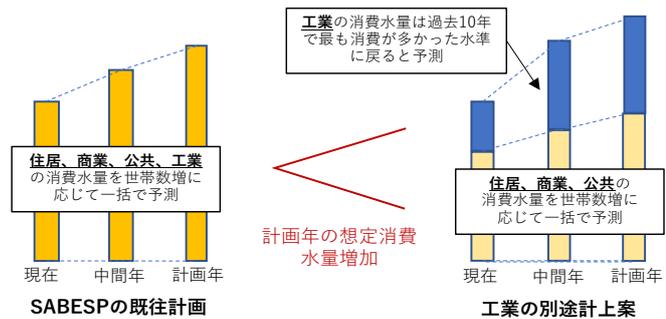
- 過去には2019年の水準を上回る消費水量も記録されているが、以下の理由からそのような高い水準の消費水量を施設能力の根拠とすることは提案しない。
- 2014年のようなピークの消費水量で施設能力を決めると過剰投資になる可能性がある。
- 本事業で想定されている生物処理は設計水量を上回る高負荷に追従することが可能である。特に、消費水量が増加するのは生物の活性も高まる夏場であることから、設計水量を上回る流入量にも対処するポテンシャルが高い。

冬場の最小水量原単位については、添付資料 5.14 に示したように2017年の冬場は他の年と同程度の水準であったことから SABESP の既往計画を踏襲する。

3) クバトン市、グアルジャ市における工業排水量の検討

クバトン市及びグアルジャ市は総消費水量に対して工業用水の比率が5%から10%程度と比較的高い。そのため、図6.8のように工業からの汚水量を他の汚水と区別して計上することを検討した。

検討の結果、表6.9に示すように、工業からの汚水を区別して計上することで総汚水量の予測値が増加することが分かった。



出典：調査団

図6.8 工業からの汚水量を別途計上する汚水量算定の手法

前述のように、下水処理施設はある程度の高負荷運転に耐えられる。また、工業消費水量の増加は人口の増加と異なり確度が高くない。したがって本調査では、工業消費水量を他の用途と別途に計上する手法は採用せず、SABESP の既往計画と同様に、工業からの汚水は他のユーザーからの汚水と一括して算定する方式とする。

表6.9 工業の消費水量を別途計上した場合の想定汚水量検討結果

市	処理区	汚水量算定方法	消費水量 原単位	夏季の想定日平均汚水量 (2039年) (地下水浸透を含まない)		
				工業以外の 汚水量	工業からの 汚水量	総汚水量
				L/世帯/日	L/秒	L/秒
クバトン	Casuquero	SABESP 既往計画	562	-	-	166.96
		工業別途計上	513*1	144.87	20.67*2	173.17
グアルジャ	Vicente de Carvalho	SABESP 既往計画	566	-	-	287.67
		工業別途計上	540*1	274.30	23.74*2	298.04

注1 工業消費水量を含まない原単位。図6.7中「工業の別途計上案」で示した「住居、商業、公共の消費水量」(クリーム色)の計画年の値に該当。2019年夏の消費水量原単位(総消費水量÷世帯数)を、本表では、同年の工業消費水量とその他の消費水量の比率で按分して試算

注2 2010年以降で最も工業消費水量が多かった年の実績消費水量×80%。クバトン市の場合、2014年の年間814,668 m³/年の80%。グアルジャ市の場合、2014年の年間935,837 m³/年の80%。

出典：調査団作成

4) Guapirang 下水処理場及び Vista Linda 下水処理場で計上されている工業からの排水

既往計画では Guapiranga 下水処理場及び Vista Linda 下水処理場にのみそれぞれ 28.33 L/秒と 11.00 L/秒の工業からの排水が計上されている。SABESP へのヒアリングにおいても特別な工業排水の計上について論拠は提示されず、コンセプト・スタディを実施したコンサルタント側に混乱があったことが示唆されたことから、本調査ではこれらの工業排水を下水流量に勘案しない。

(2) 下水流量の見直し計算

以上の検討結果に基づき、本調査で想定する下水流量の見直し計算を行った⁴。表 6.10 に、計画年における夏場の日平均下水流量の見直し結果を示す。

調査団は、下水処理場の計画において下水道接続率を 100%とすることの是非について SAEBSP と議論を行った。SABESP は、下水道接続率が実際に 100%まで到達するのは相当な将来であることを認めつつ、地域内の全ての世帯が下水道に接続できる条件で施設を整備することが基本方針であるとの考えであった。調査団は、余裕を持った施設とすることで夏季の最大ピークや想定以上の雨水の流入に対する緩衝機能が生まれる優位点も勘案し、下水道接続率 100%の条件下で下水処理場の計画を行うことに同意した。

表6.10 本調査による各処理区の下水流量見直し計算の結果(夏場の下水流量)

市・下水処理場	原計画/調査団提案	下水道接続率 (%)	下水道接続世帯数	汚水量原単位 (L/世帯/日)	汚水量 (地下水含まず) (L/秒) 日平均	工業からの排水 (L/秒)	地下水浸透量 (L/秒)	工業からの排水、地下水浸透量を含めた下水流量 (L/秒) 日平均	地下水等を含んだ日平均下水流量の増減
ベルベ ETE P1	既往計画	100	35,926	315	131.16	0.00	163.33	294.49	-
	調査団提案-100%接続	100	35,926	372	154.68	0.00	163.34	318.02	8.0%
	調査団提案-95%接続	95	34,130	372	146.95	0.00	163.34	310.28	5.4%
ベルベ ETE P2	既往計画	100	16,906	315	61.72	0.00	120.73	182.45	-
	調査団提案-100%接続	100	16,906	372	72.79	0.00	120.73	193.52	6.1%
	調査団提案-95%接続	95	16,061	372	69.15	0.00	120.73	189.88	4.1%
イタニエン Guapiranga	既往計画	100	45,941	301	160.03	28.33	176.91	365.28	-
	調査団提案-100%接続	100	45,941	347	184.61	0.00	176.92	361.53	-1.0%
イタニエン Anchieta	調査団提案-95%接続	95	43,644	347	175.38	0.00	176.92	352.30	-3.6%
	既往計画	100	49,770	301	173.37	0.00	129.42	302.79	-
	調査団提案-100%接続	100	49,770	347	200.00	0.00	129.42	329.42	8.8%
	調査団提案-95%接続	95	47,282	347	190.00	0.00	129.42	319.42	5.5%
モンガデア Bichoro	既往計画	100	15,505	283	50.88	0.00	17.75	68.63	-
	調査団提案-100%接続	100	15,505	328	58.86	0.00	17.75	76.61	11.6%
	調査団提案-95%接続	95	15,505	328	58.86	0.00	17.75	76.61	11.6%
モンガデア Barigui	既往計画	100	41,922	283	137.55	0.00	120.00	257.55	-
	調査団提案-100%接続	100	41,922	328	159.15	0.00	120.00	279.15	8.4%
	調査団提案-95%接続	95	39,826	328	151.19	0.00	120.00	271.19	5.3%
カト Casquero	既往計画	100	32,084	425	157.74	0.00	18.29	176.03	-
	調査団提案-100%接続	100	32,084	450	166.96	0.00	18.29	185.25	5.2%
	調査団提案-95%接続	95	30,480	450	158.61	0.00	18.29	176.90	0.5%
ゲアルジャ Carvalho	既往計画	100	54,892	356	226.44	0.00	57.79	284.23	-
	調査団提案-100%接続	100	54,892	453	287.67	0.00	57.50	345.17	21.4%
	調査団提案-95%接続	95	52,147	453	273.29	0.00	57.50	330.79	16.4%
ベルチガ	既往計画	100	27,716	410	131.62	0.00	40.13	171.76	-

⁴ 下水流量見直しの全計算結果は添付資料 6.2 参照

市・下水処理場	原計画/ 調査団提案	下水道 接続率 (%)	下水道 接続 世帯数	汚水量 原単位 (L/世帯 /日)	汚水量 (地下水 含まず) (L/秒) 日平均	工業 からの 排水 (L/秒)	地下水 浸透量 (L/秒)	工業から の排水、 地下水浸 透量を含 めた下水 量(L/秒) 日平均	地下水 等を含 んだ日 平均下 水量の 増減
Centro	調査団提案-100%接続	100	27,716	446	143.20	0.00	40.13	183.33	6.7%
	調査団提案-95%接続	95	26,330	446	136.04	0.00	40.13	176.17	2.6%
ビスタ・リンダ	既往計画	100	15,910	410	75.55	11.00	67.33	181.57	-
Vista Linda	調査団提案-100%接続	100	15,910	446	82.20	0.00	67.33	177.22	-2.4%
	調査団提案-95%接続	95	15,115	446	78.09	0.00	67.33	173.11	-4.7%

出典：調査団作成

6.2.3 雨天時の下水処理場流入水

5.5.6(2)で述べたように、バイシャーダ・サンチスタ地域の下水処理場は、ポンプ場の予備ポンプも用いて最大限排水できる水量を雨天時流量として算出し、下水処理場で受け入れる計画である。その結果、本事業の下水処理場では、表 6.11 に示すように雨天時流量が晴天時下水量の 1.14 から 3.35 倍となっている。

表6.11 雨天時下水流入量

下水処理場	雨天時流量 (L/秒)	晴天時下水量 (汚水+浸透水量)	雨天時流入水による 汚水希釈倍率
1) P1	920.00	294.49	3.12
2) P2	577.00	182.50	3.16
3) Guapiranga	727.27	365.28	1.99
4) Anchieta	650.62	302.79	2.15
5) Bichoro	200.00	68.68	3.35
6) Barigui	413.00	361.86	1.14
7) Casquero	270.00	187.78	1.44
8) Carvalho	590.00	315.24	1.87
9) Centro	466.65	171.76	2.72
10) Vista Linda	395.47	181.57	2.18

出典：SABESP 提供のデータをもとに調査団作成

上述のように下水処理場の設計ではこの雨天時流入量を受け入れるように水理検討が行われている。反応槽も雨天時下水流入量を受入れられるように設計されている。

6.2.4 下水収集施設の基本レイアウト検討

本事業の対象地域である 4 流域について、SABESP による管路計画図で示された処理分区や幹線計画等に修正や追加が必要となる箇所は見当たらない。管路の口径の設定についても、流量計算書のレビューの結果、SABESP の設計ガイドラインに基づき適切に設計計算が行われていることを確認した。しかしながら、現場で発生している問題に対応した管路施設の計画とするため、SABESP へのヒアリングや現地踏査を実施し以下のように一部の見直しを行った。

(1) 既存施設の現場踏査

バイシャーダ・サンチスタ地域9都市を対象に既存の主要な大規模ポンプ場、小規模ポンプ場、管路の建設現場等を踏査した。現場踏査報告書を添付資料 6.1 に示す。確認された主な問題は①雨水の流入やポンプ能力不足による浸水、②硫化水素ガスや塩分の影響によるポンプや附帯機器の腐食、③機器の盗難や悪意による破壊、④ポンプの故障と予算不足による放置で予備ポンプなく1台のみで稼働している状況である。これらの問題に対する SABESP による対応状況を表 6.12 に示す。

表6.12 既存施設で確認された問題と SABESP による対応状況

既存施設で確認された主な問題	SABESP による対応状況
① 雨水の流入やポンプ能力不足による浸水	<ul style="list-style-type: none"> 周辺住民による通報や煙を利用した雨水の誤接続箇所の特定制で対応。 軟弱地盤において基礎の構築が不十分な場合は自重の大きいコンクリート製マンホールの沈下により管との接続部の破損で雨水が流入しやすくなっている状況から、プラスチック製マンホールを導入。また、プラスチック製マンホールは地下水の浸入を抑え、建設現場での施工時間を短縮可能。(計画はプレキャストコンクリート製として適宜工事段階でプラスチック製に変更)
② 硫化水素ガスや塩分の影響によるポンプや附帯機器の腐食	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ場の清掃やメンテナンスを定期的実施し、維持管理で対応。
③ 機器の盗難や悪意による破壊	<ul style="list-style-type: none"> 小規模ポンプ場の場合も、土地は取得予定。それが不可能な場合、公道上にポンプ場を建設するが、盗難や破壊行為を防止するためのセキュリティ対策をする。
④ ポンプの故障と予算不足による放置で予備ポンプなく1台のみで稼働	<ul style="list-style-type: none"> いずれの計画ポンプ場も適切に予備ポンプの設置を予定していることを確認。 運用時に予備も含めてポンプを健全な状態で使用するには、適切な維持管理が必要。

出典：調査団作成

(2) 計画施設の現場踏査

本事業における下水管整備の対象となっている3市において、推進工法による管布設箇所や比較的大規模の新設ポンプ場用地の現況を確認した。推進工法用の立坑建設スペース（基本的に高速道路の脇の草地等、市有地に建設）は確保されており、事業実施までに SABESP が地権者の協力を得れば工事に概ね問題ない立地であり、予定地の変更に伴う計画変更は発生しない（用地取得については11章参照）。

(3) 対象処理区での基本レイアウト

5章で述べた設計レビューや現地踏査を踏まえても、SABESP による既存の詳細設計における管路レイアウトに特段の要変更箇所は見当たらない。また、ポンプ場についても、設計上は雨水の混入を見込まず、分流式下水道用の設備として適切なポンプ選定になっていることを確認した。

一方、SABESP が円借款での対象地区とすることを希望しながらも現段階で詳細な計画が実施されていない小分区がイタニャエン市 Anchieta 処理区に存在する。そのような小分区については SABESP による費用概算等の計画の進捗を見守った上で円借款の対象とできるかを判断する。具体的な計画が本調査の終了までに確認できなかった場合は対象からの除外を提案する。

6.2.5 下水処理方法の検討

(1) 回分式活性汚泥法と UNITANK 活性汚泥法の適用

4章 4.3.1 節(1)で述べたように、下水処理場からの処理水は BOD が 60 mg/l 以下、溶存酸素濃度 (DO) が 5 mg O₂/l 以上、アンモニア態窒素が 20 N-mg/l 以下を満たす必要がある。

下水処理場 10 か所のうち 9 ヶ所は回分式活性汚泥法が採用されており、拡張工事においても同じ処理方法が提案されている。対象地域では回分式活性汚泥法の実績が多く、そのほとんどは排水水質基準を満足している。回分式の下水処理場のうち Barigui 下水処理場が排水水質基準を満足していない (4.3.1 節の表 4.18 参照) が、修復・更新を行い正しく稼働させれば以前のように排水水質基準の遵守は可能である。また維持管理の観点からも同じ処理法の採用にはメリットがある。

一方、Unitank 活性汚泥法を採用している Anchieta 下水処理場は、2016/2017 年、2020/2021 年の水質データによると常に BOD の除去が適切に行えていない。しかし、SABESP は、継続性による維持管理の利便性から拡張施設においても Unitank 活性汚泥法を適用する意向である。SABESP では、Anchieta 以外に Indaiá、Martim de Sá Várzea Paulista の 3 つの下水処理場で、Unitank を採用しているが適切に稼働しているので、Unitank 活性汚泥法の採用は、問題ないと考えている。

現地調査結果や流量・水質データから、Anchieta 下水処理場の課題は下記と考えられる。

- 表 4.18 に示すように、Anchieta 下水処理場は、平均で処理能力の倍近い下水量を受入れている。
- 反応槽からの汚泥を引抜く管が詰まり、汚泥引抜が行えていない。

上述の問題は、下水処理能力の拡張や、汚泥処理施設の改善によって解決するので、修復・更新工事後の活性汚泥法の下水処理場を適切に稼働させれば、活性汚泥法の一つである Unitank は排水基準の BOD 60 mg/L を守ることは、十分に可能と考える。ただし、下水処理方法や放流先は SABESP の提案をもとに、CETESB との協議で最終的に決定される。

(2) 沈砂池の容量と形状

1) 現状の沈砂池の容量と形状の課題

沈砂池の不具合と反応槽への土砂の流入は全ての下水処理場で問題になっている。本事業では既存沈砂池の大規模な拡張と修復・更新を計画しているが、以下に、施設の現状を踏まえて沈砂池容量が十分であるかの確認と、必要な維持管理作業についての検討を行う。

沈砂池容量の設計条件は以下を前提としている。

- 全ての沈砂池がフル稼働すれば、降雨時の計画最大流量 (雨天時流入水量) に対応できることが最低限必要である。さらに、1 池を予備としても水面積負荷が基準内になることが望ましい。
- 沈砂池の水面積負荷はブラジル国の設計基準 NBR 12.209 に従い、600–1300 m³/m²/日とする。

SABESP の詳細設計にもとづく、本事業実施後は計画最大流量（雨天時流入水量）に対する沈砂池の水面積負荷は表 6.13 に示された数値になる。

表6.13 詳細設計にもとづく沈砂池の水面積負荷

下水処理場	沈砂池の仕様		合計容量 (m ³)	数量				雨水時流入水量		水面積負荷 (m ³ /m ² /日) フル稼働	水面積負荷 (m ³ /m ² /日) 1台予備
	水面積(m ²)	水深(m)		既設	増設	合計	1台予備	(L/秒)	(m ³ /日)		
1) P1	41.0	0.8	65.54	2	1	3	2	920	79,488	647	970
2) P2	41.0	0.8	32.77	2	0	2	1	577	49,853	609	1,217
3) Guapiranga	37.2	0.7	52.09	2	1	3	2	727	62,836	563	844
4) Anchieta	37.2	0.7	52.09	撤去	3	3	2	651	56,214	504	755
5) Bichoro	9.3	0.6	5.30	1	1	2	1	200	17,280	929	1,858
6) Barigui	20.3	0.5	18.63	2	1	3	2	413	35,683	587	881
7) Casquero	37.2	0.7	55.07	撤去	3	3	2	627	54,173	485	728
8) Carvalho	23.8	0.5	36.44	2	2	4	3	590	50,976	535	714
9) Centro	57.8	0.7	40.43	撤去	2	2	1	467	40,319	349	698
10) VistaLinda	20.3	0.9	34.83	2	1	3	2	395	34,169	562	844

出典：コンセプト・スタディをもとに調査団作成

表 6.13より、沈砂池がフル稼働すれば全ての下水処理場が設計基準の水面積負荷：600 – 1300 m³/m²/日を満たす設計になっている。しかし、沈砂池 1 池を予備として残りの池で稼働した場合は Bichoro 下水処理場の沈砂池の水面積負荷は 1,858 m³/m²/日で設計基準を満たさず、P2 下水処理場は 1,217 m³/m²/日で設計基準の下限に近く余裕が殆どない。

水面積負荷の計算結果より、沈砂池の拡張について下記のように提言する。

2) 沈砂池の容量

沈砂池容量は予備池も稼働させれば全ての下水処理場で設計基準を満たすが、Bichoro 下水処理場と P2 下水処理場は容量に余裕のない設計になっている。砂の流入が課題となっている現状を考えると、現在の計画よりも余裕をもった沈砂池容量とすることが望ましい。しかし、Bichoro 下水処理場と P2 下水処理場では用地の制限上、沈砂池容量を更に追加するには既存の前処理施設を解体したうえで新設工事を行う必要がある。SABESP は既存の施設を活かした対策を望んでいるため、本事業では既存施設を活かした修復・更新と拡張を行い、沈砂池容量の増強は今後の運用状況を見ながら将来必要に応じて検討することとする。

3) 維持管理に配慮した形状

本事業によって沈砂池の能力が高まることで沈砂池の不具合は減少し、反応槽に流入する土砂量も減少する。しかし、土砂の流入に伴う沈砂池の不具合や反応槽への土砂の流入が無くなるとは言えず、土砂流入に伴う維持管理作業が必要である。

沈砂掻寄機の容量を超える多量の土砂が沈砂池に流れ込んだ場合は、沈砂池への下水流入を止め、掻寄機で排出できずに溜まった土砂を水中ポンプなどを使って排出する必要がある。

反応槽内については、堆積する土砂、汚泥、固形物等は水中攪拌機で攪拌され、反応槽の側面から排出される。排出されなかった土砂、汚泥、固形物は反応槽に堆積してゆくため、定期的に反応槽を空にし、沈砂池と同様に水中ポンプなども併用して人力で掻き出す必要がある。

上述のように、沈砂池と反応槽が適切に稼働するためには水槽内の堆積物を適宜排出する作業が必要である。特に、沈砂池の容量に余裕がないP2 下水処理場と Bichoro 下水処理場では、堆砂により施設能力が落ちた状況で雨季を迎えないようにするなど維持管理に細心の注意を払う必要がある。維持管理で必要な際に短時間で沈砂池や反応槽を空にして作業ができるように、本事業でジオ・バッグを設置する。事業後は沈砂池や反応槽に溜まった汚水を含んだ土砂や固形物をまとめてジオ・バッグに排出することが可能になる。

6.2.6 下水処理施設の更新、拡張計画

(1) 拡張計画

表 6.14 に、対象下水処理場の既存能力と、詳細設計で計画されている拡張後の処理能力及び反応槽の数を示す。いずれも、「処理能力」は夏場の計画受け入れ水量の日平均である。これに対し、本章 6.2.2 節で調査団が見直した下水水量にもとづく本事業での下水拡張計画を表 6.15 に示す。

表6.14 既往詳細設計で計画されていた下水処理場の拡張規模

市	下水処理場	処理方法	既存 処理能力 (L/秒)	拡張後の処理能力 日平均量		雨天時 (L/秒)	処理場の 反応槽数	
				(L/秒)	(m ³ /日)		既存	拡張後
ペルイベ	1) P1	回分式	143	294	25,444	920	3	6
	2) P2	回分式	91	182	15,764	577	2	4
イタニャエン	3) Guapiranga	回分式	223	365	31,560	727	4	6
	4) Anchieta	UNITANK	93	303	26,161	651	3	6
モンガグア	5) Bichoro	回分式	90	69	5,962	230	8	8
	6) Barigui	回分式	149	258	22,291	413	6	10
クバトン	7) Casqueiro	回分式	78	134	15,206	270	4	6
グラルジャ	8) Carvalho	回分式	153	284	24,557	590	8	10
ベルチオガ	9) Centro	回分式	127	172	14,840	467	4	6
	10) Vista Linda	回分式	153	182	15,688	395	4	6

出典：SABESP 提供のデータをもとに調査団作成

表6.15 本調査で見直した下水水量に基づく下水処理場の拡張規模

下水処理場	詳細設計の計画		下水水量の見直し計算結果*1			本事業の計画	
	処理能力 (L/秒)	反応 槽数	下水水量 (L/秒)	詳細設計での 計画処理能力との比較	必要反応 槽数*2	事業後の 反応槽数	処理能力 (L/秒)
1) P1	294	6	318	+8.2%	6	6	318
2) P2	182	4	194	+6.3%	4	4	194
3) Guapiranga	365	6	362	-1.0%	6	6	362
4) Anchieta	303	6	329	+8.7%	6	6	329
5) Bichoro	69	8	77	-15.0%	8	8	77
6) Barigui	258	10	279	+8.2%	10	10	279
7) Casqueiro*2	134	6	143	+6.7%	6	6	185
8) Carvalho	284	10	345	+21.5%	12	10	307
9) Centro	172	6	183	+6.6%	6	6	183
10) Vista Linda	182	6	177	-2.6%	6	6	177

*1: 夏季の日平均下水水量

*2: Casqueiro 下水処理場は沈砂池を通過した下水のうち 42 L/秒を隣接するLagoa 下水処理場に送水する。そのため、流域の計画下水水量 185L/秒に対して反応層が受け入れる下水水量は 143L/秒である

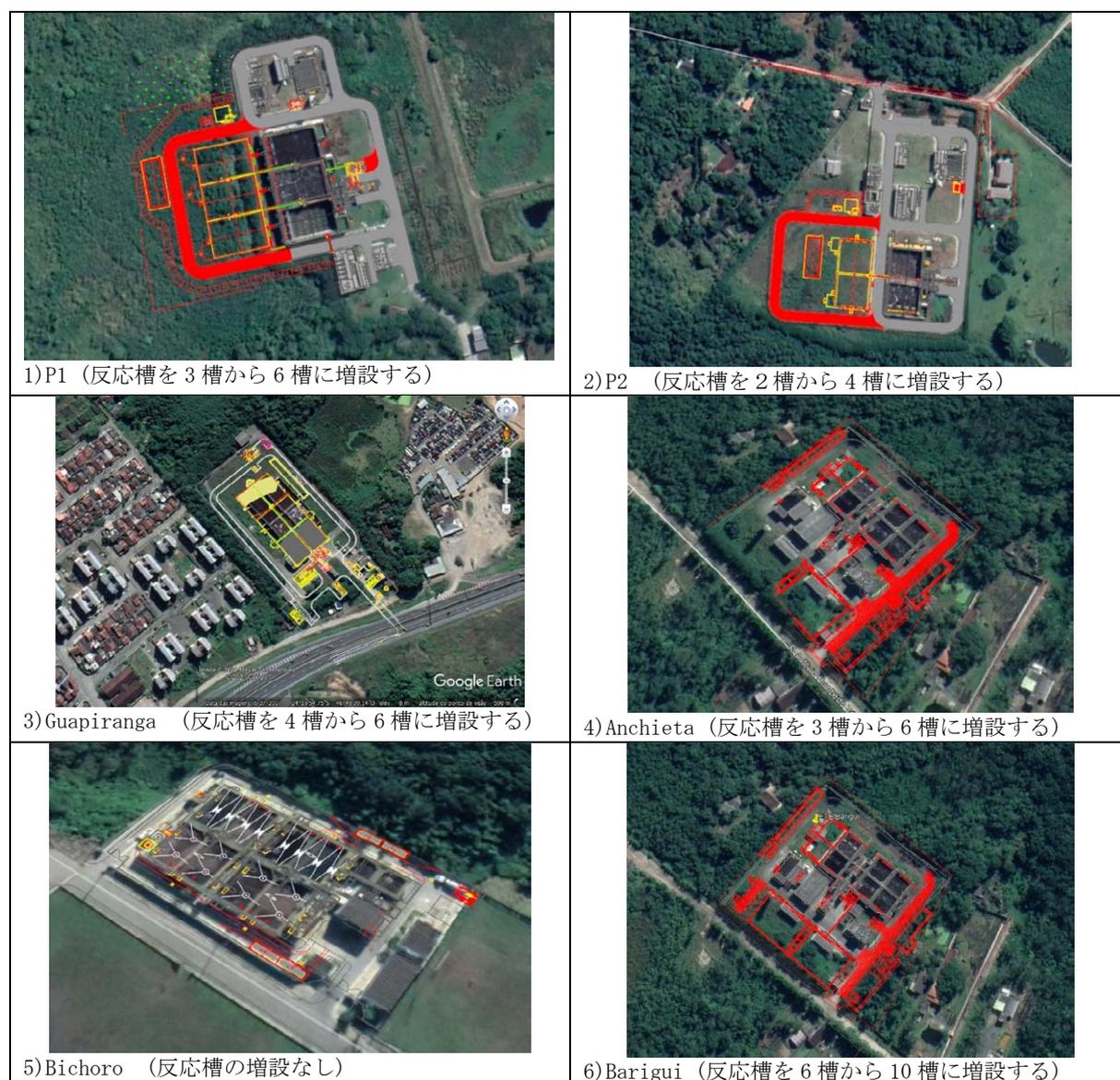
出典：調査団作成

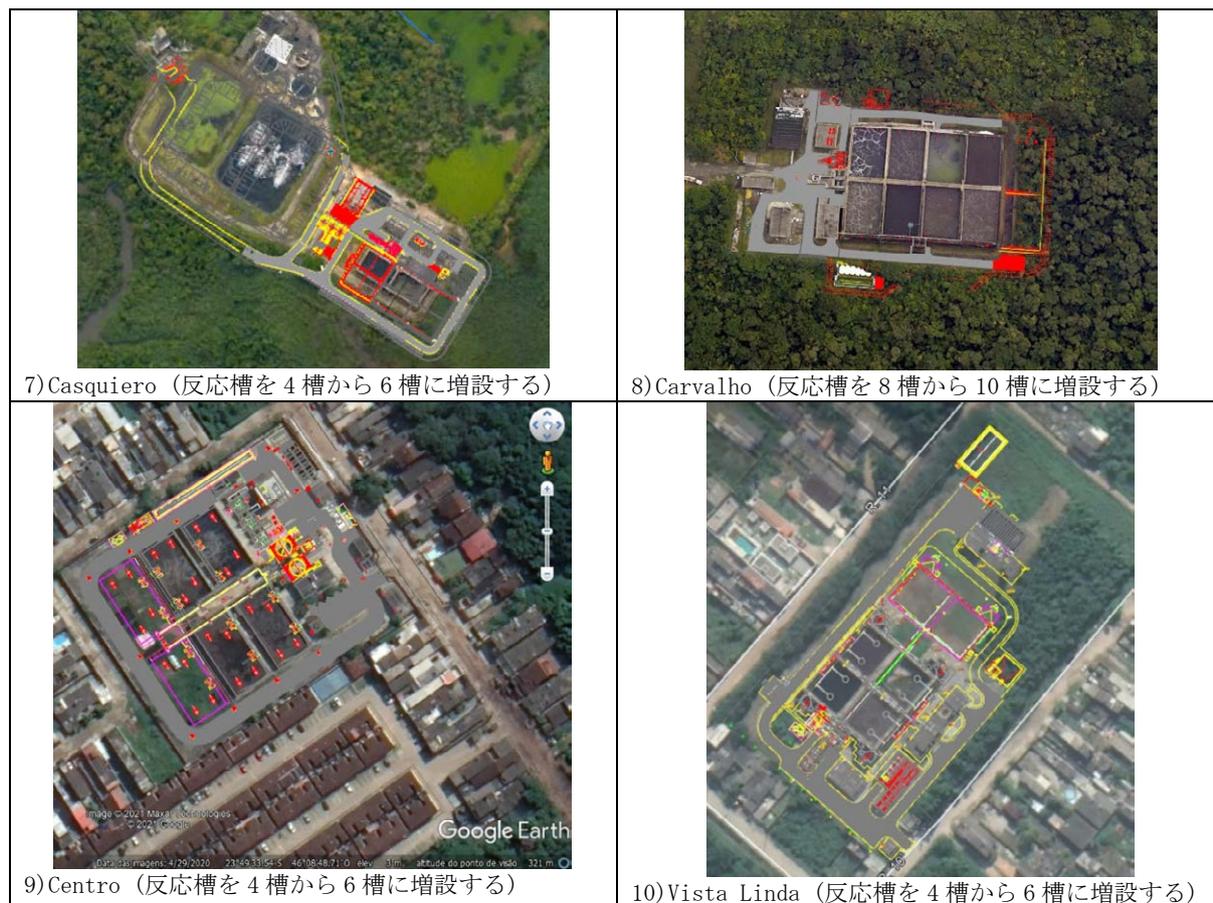
調査団が見直した下水量は、Carvalho 下水処理場を除いて全ての下水処理場において SABESP の詳細設計が計画していた水量より数%の増加または減少であった。反応層の容量検討の結果、これらの下水処理場では詳細設計と同数の反応層のままで見直した下水量を処理できることを確認した。

一方、Carvalho 下水処理場については詳細設計の計画下水水量に対して 21.5% (61 L/秒) の水量増であり、全量を処理するには反応槽を更に 2 槽増やして 12 槽とする必要がある。しかし、詳細設計と同数の 10 層の場合でも 307 L/秒 (既存処理能力の 2 倍) の下水水量まで処理することができ、これは 2031 年の夏季平均汚水量に相当する。追加的な用地を確保して更なる拡張を行うことは当面避け、10 層で運用を行いながら状況に応じて将来の拡張を検討することを提案する。

(2) 施設レイアウト

図 6.9 に、各下水処理場の用地と拡張施設の配置を示す。





出典：調査団作成

図6.9 下水処理場拡張施設の配置計画

(3) 既存設備の更新工事

1) 更新計画の基本方針

4章 4.3.1 節(2)で述べたように、既存の機械設備は SABESP が修復または更新を進めている一方で新たな不具合も発生している。そのため、表 6.16 に示すように、2019年の詳細設計で計画された既存設備の更新対象には、本調査で確認された不具合の現状との不一致がある。すなわち、詳細設計では更新の対象とされながら現状では不具合のない設備、あるいは現状で不具合がありながら詳細設計では更新の対象とされていない設備がある。

表6.16 詳細設計の修復・更新工事の対象と故障・不具合の現況

機械設備		下水処理場									
		1) P1	2) P2	3) Guapiranga	4) Anchieta	5) Bichoro	6) Barigui	7) Casquero	8) Carvalho	9) Centro	10) Vista Linda
前処理施設	スクリーン	✓	-	✓		-	✓		✓		✓
	沈砂掻寄機	✓	✓	✓	✓✓	✓	✓	✓✓	✓	✓✓	✓
	砂分離機	-	-	✓		-	-		-		-
生物反応槽	表面エアレータ				✓					✓	
	散気装置	✓	✓	✓		-	✓	✓	✓		✓
	水中攪拌機	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓
	ブロー	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
汚泥処理施設	機械濃縮機			✓	-	-					
	遠心脱水機	-	-	✓	✓	-	✓✓	✓✓	✓✓	-	-
	各種ポンプ	-	-	✓	✓	-				✓	✓

✓: 詳細設計で修復・更新対象とされている設備、✓✓: 詳細設計で取壊しと拡張工事対象とされている設備、-: 本事業対象外の設備

□: 不具合あり (2021)。

□: 設備なし

出典: SABESP 提供のデータをもとに調査団作成

調査団は、既存下水処理場の適切な運転のためには、本事業の実施を待たずに自己資金で速やかに修復・更新を行うことが望ましいと考え、SABESP との協議で以下を確認した。

- 本来、故障や不具合のある設備は速やかに修復、更新することが望ましい。しかし、対象下水処理場の設備の修復または更新は SABESP 内で予算計上されておらず、予算計上を待つことと本事業で実施することに実現時期の差はあまりない可能性もある。
- 今後も修復や更新が必要な設備は変化していく。本事業に設備の更新工事を含める場合、工事入札を行う前に修復・更新の対象設備の精査を行う。

工事入札が行われる数年後の設備状況は予想困難である。しかし上で挙げた不具合の多くは容易に修復・更新できるものでなく、入札時も不具合が残っている可能性は高い。そこで、本調査では既存施設の現状を基に更新工事を計画し、本事業の範囲に含める提案を行う。

本調査では、既往詳細設計での更新計画と調査中に行った現地踏査結果をもとに以下の方針で更新計画を作成した。

- 現状不具合のある主要設備は、詳細設計に含まれていなくても本事業の対象に含める
- 詳細設計で修復・更新または更新が計画されていた設備のうち、既に改善されているものは原則として本事業の対象から除外する
- 詳細設計で提案されている散気装置の交換は、現時点では改善されているとしても反応槽への土砂流入により再び破損する可能性が高いため本事業の対象として残す
- 詳細設計において、不具合の有無とは無関係に機能向上のため計画されていた機械式スクリーンと攪拌機の更新は本事業の対象として残す

上の方針に基づいて計画した更新対象設備を表 6.17 に示す。

表6.17 本調査で提案する更新対象設備

設備	下水処理場									
	1) ETE-P1	2) ETE-P2	3) Guapiranga	4) Anchieta	5) Bichoro	6) Barigui	7) Casqueiro	8) Carvalho	9) Centro	10) Vista Linda
前処理施設	機械式スクリーン	△	-	-	○	○	△	-	○	○
	沈砂掻寄機	○	○	○	◎	-	◎	-	◎	-
	砂分離機	○	○	○	-	-	◎	-	-	-
生物反応槽	表面エアレータ	/	/	/	-	-	/	/	-	/
	散気装置	○	○	○	/	/	○	○	-	○
	水中攪拌機	○	○	○	-	△	*	*	*	○
	ブローア	-	-	-	-	-	-	-	-	-
汚泥処理施設	機械式濃縮機	/	/	○	○	/	◎	◎	/	/
	遠心脱水機	-	-	○	○	-	◎	◎	○	○
	各種ポンプ	○	-	○	○	-	-	-	○	○

○: 修復・更新、◎: 撤去・更新、△: 新規取付 * : SABESP が改善済み

■ 不具合あり(2021)、□ 設備なし

出典: 調査団作成

2) 前処理施設

沈砂池の沈砂掻寄機、砂分離機は殆どの下水処理場で不具合が生じているが、詳細設計後に改善されたものもある。提案する既存前処理施設の改善工事の対象を表 6.18 に示す。

表6.18 前処理設備の更新工事の対象

下水処理場	更新設備		詳細設計では計画されていたが本調査で除外する更新設備
1) P1	機械式スクリーン*	0.55 kW x 2 台	
	沈砂掻寄機	0.75 kW x 2 台	
	砂分離機	0.75 kW x 2 台	
2) P2	沈砂掻寄機	0.75 kW x 2 台	
	砂分離機*	0.75 kW x 2 台	
	スルースゲート	1.1 kW x 2 台	
3) Guapiranga	スクリーコンベア	1.65 kW x 2 台	機械式スクリーン : 0.18 kW x 2 台
	沈砂掻寄機	0.25 kW x 2 台	
4) Anchieta	既存施設を取壊し、施設一式を拡張工事で新設		
5) Bichoro	機械式スクリーン*		沈砂掻寄機 : 0.55 kW x 1 台
6) Barigui	機械式スクリーン*	0.55 kW x 2 台	
	スクリーコンベア	0.55 kW x 1 台	
	沈砂掻寄機	0.25 kW x 2 台	
	砂分離機	0.75 kW x 2 台	
7) Casqueiro	既存施設を取壊し、施設一式を拡張工事で新設		
8) Carvalho	/	/	- 機械式スクリーン : 0.55 kW x 2 台 - スクリーコンベア : 0.55 kW x 2 台 - 沈砂掻寄機 : 0.37 kW x 2 台 - 砂分離機 : 0.75 kW x 2 台
9) Centro	既存施設を取壊し、施設一式を拡張工事で新設		
10) Vista Linda	機械式スクリーン	0.75 kW x 2 台	沈砂掻寄機 : 1.125 kW x 2 台

* : 詳細設計では計画されていなかった本調査で追加した設備

** : 既存設備の単純更新ではなく機能向上を図るために新設する設備

出典: 調査団作成

3) 生物反応槽

反応槽への土砂流入と堆積で、反応槽の底に設置された散気装置へのダメージが懸念されることから本事業では全反応層の散気装置を更新する。水中攪拌機の問題が指摘されているが、既に下水処理場への更新機材が納品されているものは本事業の範囲には含めない。提案する既存生物処理施設の修復・改善工事の対象を表 6.19 に示す。

表6.19 生物反応槽の修復・改修工事の対象

下水処理場	更新設備		詳細設計では計画されていたが本調査で除外する更新設備
1) P1	水中攪拌機	14.9 kW x 6 台	
	微細気孔散気装置	30 個	
	テレスコープ弁	12 個	
2) P2	微細気孔散気装置	52 個	水中攪拌機：11.2 kW x 4 台
	テレスコープ弁	12 個	
3) Guapiranga	水中攪拌機	9.4 kW x 12 台	ブロワー：262.5kW x 2 台
	一軸偏心ねじポンプ	1.1 kW x 4 台	
	微細気孔散気装置	896 個 x 3 槽	
	コンプレッサ	4.125 kW x 2 台	
	テレスコープ弁	16 個	
4) Anchieta			表面エアレータ：30 kW x 10 台
			水中攪拌機：11.25 kW x 6 台
5) Bichoro	水中攪拌機**	3kW x 16 台	
	スカムポンプ**	0.75kW x 2 台	
	一軸偏心ねじポンプ**	5.6kW x 4 台	
	一軸偏心ねじポンプ**	2.24kW x 2 台	
	テレスコープ弁	16 個	
6) Barigui	微細気孔散気装置	60 個	水中攪拌機：4.5 kW x 12 台
	テレスコープ弁	12 個	
7) Casqueiro	微細気孔散気装置	16 個 x 4 モジュール	水中攪拌機：8.2 kW x 8 台
	テレスコープ弁	8 個	
8) Carvalho	微細気孔散気装置	15 x 8 モジュール	水中攪拌機：11.2 kW x 16 台
	テレスコープ弁	24 個	
9) Centro	テレスコープ弁	8 個	エアレータ：18.75 kW x 8 台
			水中攪拌機：6 kW x 8 台
10) Vista Linda	水中攪拌機	6 kW x 13 台	ブロワー：131.25 kW x 4 台
	微細気孔散気装置	16 セット	
	コンプレッサ	7.5 kW x 2 台	
	テレスコープ弁	8 個	

* :詳細設計では計画されていなかった本調査で追加した設備

** :既存設備の単純更新ではなく機能向上を図るために新設する設備

出典：調査団作成

4) 汚泥処理施設

Barigui、Casqueiro、Carvalho の3つの下水処理場では、既存汚泥処理施設を取り壊し、拡張工事で新設する。また、Guapiranga、Anchieta、Vista Linda の3つの下水処理場では汚泥処理施設のほぼすべての機材を更新する計画とする。

表6.20 汚泥処理施設の修復・改修工事の対象

下水処理場	更新設備		詳細設計では計画されていたが 本調査で除外する更新設備
1) P1	各種ポンプ*		
2) P2			
3) Guapiranga	機械式汚泥濃縮機	3.75 kW x 2 台	
	遠心脱水機	11 kW x 2 台	
	ポリマー調製設備	0.22 kW x 4 台	
	一軸偏心ねじポンプ	5.63 kW x 3 台	
	一軸偏心ねじポンプ	2.25 kW x 3 台	
	雑用水ポンプ	0.75 kW x 2 台	
	雑用水ポンプ	0.75 kW x 2 台	
	遠心ポンプ	30 kW x 21 台	
4) Anchieta	機械式汚泥濃縮機*	0.5 kW x 2 台	
	遠心脱水機	5.5 kW x 1 台	
	薬注ポンプ(濃縮機)	0.56 kW x 3 台	
	薬注ポンプ(脱水機)	0.56 kW x 3 台	
	一軸偏心ねじポンプ	1.5 kW x 1 台	
5) Bichoro	遠心脱水機	15.25 kW x 2 台	
	ポリマー調製設備	2.1 kW x 2 台	
6) Barigui	既存設備一式を全面更新・拡張		
7) Casqueiro	既存設備一式を全面更新・拡張		
8) Carvalho	既存設備一式を全面更新・拡張		
9) Centro	一軸偏心ねじポンプ	3.75 kW x 2 台	
	雑用水ポンプ	1.25 kW x 2 台	
10) Vista Linda	遠心脱水機	11.25 kW x 1 台	
	ポリマー調製設備	600 L/時 x 2 台	
	ポリマー調製設備	1200 L/時 x 2 台	
	一軸偏心ねじポンプ	3.0 kW x 4 台	
	循環ポンプ	5.6 kW x 2 台	
	スカムポンプ	1.5 kW x 2 台	
	返送水ポンプ	0.375 kW x 4 台	

*: 詳細設計では計画されていなかった本調査で追加した設備

**： 既存設備の単純更新ではなく機能向上を図るために新設する設備

出典：調査団作成

各下水処理場の汚泥脱水施設の現状と本事業後の、脱水方法と処理容量を表 6.21 に示す。

表6.21 汚泥脱水施設の基本仕様

下水処理場	現状		本事業実施後 (全ての脱水施設を更新)	
	脱水方法	処理容量	脱水方法	処理容量
1) P1	遠心脱水	12 m ³ /時 x 2 台	遠心脱水	12 m ³ /時 x 2 台
2) P2	遠心脱水	12 m ³ /時 x 2 台	遠心脱水	12 m ³ /時 x 2 台
3) Guapiranga	遠心脱水	4 m ³ /時 x 2 台	遠心脱水	4 m ³ /時 x 2 台
4) Anchieta	遠心脱水	4.5 m ³ /時 x 1 台	遠心脱水	5.5 m ³ /時 x 2 台
5) Bichoro	フィルター・プレス	3.7 m ³ /時 x 2 台	遠心脱水	8 m ³ /時 x 2 台
6) Barigui	遠心脱水	6 m ³ /時 x 2 台	遠心脱水	16 m ³ /時 x 2 台
7) Casqueiro	遠心脱水	3.5 m ³ /時 x 2 台	遠心脱水	6.5 m ³ /時 x 2 台
8) Carvalho	遠心脱水	5.0 m ³ /時 x 2 台	遠心脱水	11 m ³ /時 x 2 台
9) Centro	遠心脱水	不明	遠心脱水	12 m ³ /時 x 2 台
10) Vista Linda	遠心脱水	4 m ³ /時 x 2 台	遠心脱水	4 m ³ /時 x 2 台

出典：SABESP 提供のデータをもとに調査団作成

6.3 本事業の全体計画

本事業のスケープを巻頭図および表 6.22、表 6.23 に示す。契約パッケージ分けについては 14 章 14.3.1 節参照とする。

表6.22 本事業のスケープ(1/2)

契約パッケージ	ロット	仕様	
CP1 北部の下水道施設（ベルチオガ市）	ロット1： Vista Linda下水処理場の拡張	前処理施設	既存設備の更新：機械式スクリーン 075 kW x 2台
		生物処理	回分式、処理能力増強：153 L/秒⇒177 L/秒 増設する反応槽：2ユニット（既存との合計で6ユニット） 既存反応槽設備の更新：水中攪拌機 6 kW x 13台、コンプレッサ 7.5 kW x 2台、微細気孔散気装置 16個、テレスコープ弁 8個
		汚泥処理	重力式濃縮+遠心脱水 既存設備の更新：一軸偏心ねじポンプ：3.0 kW x 4台、循環ポンプ：5.6 kW x 2台、スカムポンプ：1.5 kW x 2台、返送水ポンプ：0.375 kW x 4台、ポリマー調整設備：600 L/時 x 2台、ポリマー調整設備：1200 L/時 x 2台、遠心脱水機：11.25 kW x 1台
	ロット2： Centro下水処理場の拡張	前処理施設	既存設備の全面更新・拡張：スクリーン、沈砂池設備一式（既存施設は取り壊し）
		生物処理	回分式、処理能力増強：127 L/秒⇒183 L/秒 増設する反応槽：2ユニット（既存との合計で6ユニット） 既存反応槽設備の更新：テレスコープ弁 8個
		汚泥処理	重力式濃縮+遠心脱水 既存設備の更新：一軸偏心ねじポンプ 3.75 kW x 2台、雑用水ポンプ 1.25 kW x 2台
	ロット3： Cost do Sol地区の下水収集施設の整備	下水道管路	口径125 - 250 mm、延長34,877 m（うち推進工法73 m）、PVC
		下水ポンプ場	2カ所
	CP2 中部の下水道施設（グアルジャ市及びクバトン市）	ロット1： Vicente de Carvalho下水処理場の拡張	前処理施設
生物処理			回分式、処理能力増強：153 L/秒⇒307 L/秒 増設する反応槽：2ユニット（既存との合計で10ユニット） 既存反応槽設備の更新：微細気孔散気装置 15個 x 8槽、テレスコープ弁 24個
汚泥処理			ドラム式濃縮+遠心脱水 既存設備の全面更新・拡張：汚泥濃縮施設、汚泥脱水施設一式
ロット2： Casquero下水処理場の拡張		前処理施設	既存設備の全面更新・拡張：スクリーン、沈砂池設備一式（既存施設は取り壊し）
		生物処理	回分式、処理能力増強：78 L/秒⇒185 L/秒 増設する反応槽：2ユニット（既存との合計で6ユニット） 既存反応槽設備の更新：微細気孔散気装置 16個 x 4槽、テレスコープ弁 8個
		汚泥処理	フィルター式濃縮+遠心脱水 既存設備の全面更新：汚泥濃縮施設、汚泥脱水施設一式
CP3 南部の下水道施設-1（モンガグア市）	ロット1： Bichoro下水処理場の拡張	前処理施設	既存設備の更新：機械式スクリーン
		生物処理	既存反応槽設備の更新：テレスコープ弁16個、水中攪拌機 3 kW x 16台、スカムポンプ 0.75 kW x 2台、一軸偏心ねじポンプ 5.6 kW x 4台、一軸偏心ねじポンプ 2.24 kW x 2台
		汚泥処理	重力式濃縮+遠心脱水（フィルタープレス方式からの変更） 既存設備の更新：ポリマー調整設備 2.1 kW x 2台、遠心脱水機 15.25 kW x 2台
	ロット2： Barigui下水処理場の拡張	前処理施設	既存設備の更新：スクリュコンベア：0.55 kW x 1台、沈砂掃寄機：0.25 kW x 2台、砂分離機：0.75 kW x 2台、機械式スクリーン：0.55 kW x 2台
		生物処理	回分式、処理能力増強：149 L/秒⇒279 L/秒 増設する反応槽：4ユニット（既存との合計で10ユニット） 既存反応槽設備の更新：微細気孔散気装置 60個、テレスコープ弁 12個
		汚泥処理	重力式濃縮+遠心脱水 既存設備の全面更新・拡張：汚泥濃縮施設、汚泥脱水施設一式
CP4 南部の下水道施設-2（イタニャエン市 Anchieta処理区）	ロット1： Anchieta下水処理場の拡張	前処理施設	既存設備の全面更新・拡張：スクリーン、沈砂池設備一式（既存施設は取り壊し）
		生物処理	UNITANK式、処理能力増強：93 L/秒⇒329 L/秒 増設する反応槽：3ユニット（既存との合計で6ユニット）
		汚泥処理	ベルト式濃縮+遠心脱水 既存設備の更新：一軸偏心ねじポンプ 1.5 kW x 1台、遠心脱水機 5.5 kW x 1台、薬注ポンプ（濃縮機）0.56 kW x 3台、薬注ポンプ（脱水機）0.56 kW x 3台、機械式汚泥濃縮機 0.5 kW x 2台
	ロット2： Anchieta処理区の下水収集施設の整備	下水道管路	口径150 - 500 mm、延長45,171 m（うち推進工法136 m）、PVC
		下水ポンプ場	9カ所

出典：調査団作成

表6.23 本事業のスコープ(2/2)

契約パッケージ		ロット	仕様		
CP5	南部の下水道施設-3 (イタニャエン市 Guapiranga処理区)	ロット1: Guapiranga下水処理場の拡張	前処理施設	既存設備の更新: スクリューコンベア 1.65 kW x 2台、沈砂掻き機 0.25 kW x 2台	
			生物処理	回分式、処理能力増強: 223 L/秒⇒362 L/秒、増設する反応槽: 2ユニット (既存との合計で6ユニット)、既存反応槽設備の更新: 水中攪拌機 9.4 kW x 12台、コンプレッサ 4.125 kW x 2台、一軸偏心ねじポンプ 1.1 kW x 2台、微細気孔散気装置 896個 x 3槽、テレスコープ弁 16個	
			汚泥処理	ドラム式濃縮+遠心脱水 既存設備の更新: 機械汚泥濃縮機 3.75 kW x 2台、一軸偏心ねじポンプ 5.63 kW x 3台、一軸偏心ねじポンプ 2.25 kW x 3台、雑用水ポンプ 0.75 x 4台、遠心脱水機 11kW x 2台、ポリマー調整設備 0.22 kW x 4台、粗気孔散気装置 36台、遠心ポンプ 5.6 kW x 1台	
		ロット2: Guapiranga処理区の下 水収集施設の整備	下水道管路	口径150 - 400 mm、延長12,718 m (うち推進工法197 m)	
			下水ポンプ場	5か所	
CP6	南部の下水道施設-4 (ペルイベ市P1処理区およびP2処理区)	ロット1: P1下水処理場の拡張	前処理施設	既存設備の更新: 沈砂掻き機 0.75 kW x 2台、砂分離機 0.75 kW x 2台、機械式スクリーン 0.55 kW x 2台	
			生物処理	回分式、処理能力増強: 143 L/秒⇒318 L/秒 増設する反応槽: 3ユニット (既存との合計で6ユニット) 既存反応槽設備の更新: 水中攪拌機 14.9 kW x 6台、微細気孔散気装置 30個、テレスコープ弁 12個	
			汚泥処理	重力濃縮+遠心脱水 既存設備の更新: 各種ポンプ	
		ロット2: P2下水処理場の拡張	前処理施設	既存設備の更新: 沈砂掻き機 0.75 kW x 2台、砂分離機 0.75 kW x 2台、スルースゲート 1.1 kW x 2台	
			生物処理	回分式、処理能力増強: 91 L/秒⇒194 L/秒 増設する反応槽: 2ユニット (既存との合計で4ユニット) 既存反応槽設備の更新: 微細気孔散気装置 52個、テレスコープ弁 12個	
			汚泥処理	重力濃縮+遠心脱水 (既存設備の更新も新規設備もなし)	
ロット3: P2処理区の下 水収集施設の整備	下水道管路	口径150 - 250 mm、延長39,709 m (全て開削工法)、PVC			
		下水ポンプ場	13か所		
CP7	南部の送配水施設の拡張・増強 (ペルイベ市及びブライア・グランデ市)	ロット1: ペルイベ配水拡張本管の 布設	配水本管 Trecho10	DI 250 mm、延長1,594.05 m	
				DI 200 mm、延長1,876.94 m	
				DI 150 mm、延長3,709.01 m	
			配水本管 Trecho11	DI 400 mm、延長7,556.16 m	
				DI 350 mm、延長2,424.16 m	
				DI 300 mm、延長1,275.68 m	
		ロット2: グラフ・グランデ 送配水増強 施設の整備 (送配水管)	Boqueirão 配水区 配水管	送水管 Trecho12	SP D900mm、延長1,220 m
				送水管 Trecho13	SP D1000mm、延長1,553 m
				緊急送水管 Trecho14	SP D700mm、延長503 m (176 m + 327 m)
				SP D1000 mm、延長10 m	
			DI D600 mm、延長1,779 m		
			DI D500 mm、延長1,296 m		
			DI D400 mm、延長1,912 m		
			DI D300 mm、延長2,459 m		
uPVC D200 mm、延長1,922 m					
uPVC D100 mm、延長1,094 m					
ロット3: グラフ・グランデ 送配水増強 施設の整備 (Boqueroa 配水池・ポンプ場)	Boqueirão配水池 配水ポンプ	配水池	10,000 m ² x 2 = 20,000 m ² , 地上置き、鉄筋コンクリート造		
		配水ポンプ	Q914 L/秒 x H24 m, 280 kW x 3台 (内1台予備)、両吸込渦巻ポンプ		
		中部緊急 送水ポンプ	Q250 L/秒 x H54 m, 160 kW x 3台 (内1台予備)、両吸込渦巻ポンプ		

出典: 調査団作成

6.4 本事業に適用可能な本邦技術の調査

本調査では、本事業に適用可能な本邦技術について、本邦企業へのヒアリングを含めた検討を行った。以下に、我が国の近年の技術動向、及び本調査の特記仕様書で調査対象に上げられていた分野の技術について概説する。

ただし検討の結果、本事業に適用する本邦技術はない。その理由は、①本事業の下水処理場は高度な処理や運転制御を必要としないこと、②対象地域は汚泥利用のニーズが多くなく、かつ汚泥利用よりも下水処理の普及拡大を優先する段階であること、③下水道管路整備の範囲は限定的で台帳や劣化診断などの全体的な管理システムと結びつけ得る事業ではないこと、④実施されている公共用水域の水質モニタリング⁵は月に1度以下の頻度で、かつ様々な項目をラボで測定する必要があるため自動計測とは馴染まないこと、などである。

(1) 我が国の近年の技術動向

日本国内では近年、現地施工条件に応じた技術開発が行われ、開発された新技術を活用するための環境整備を官民一体となって実施してきた。その結果、狭小な開発用地や交通事情に配慮した事業として、膜処理技術等を活用した下水処理事業、非開削技術を活用した管路整備・更新事業、小規模ポンプ場等が多く実施されている。また、省エネ性を中心としたライフサイクルコストの安さや維持管理のしやすさ等にも強みがある。しかし我が国の技術の良さが十分に理解されておらず、結果として海外市場では価格競争となる傾向にあり、我が国企業等は、高い技術を有していても、コスト意識の厳しい世界市場で競争力を発揮できていない状況にある。

そのような海外事情や地方部で進む人口減少、自治体の財政の逼迫、全国的な施設の老朽化、異常気象の進行等の事情もあり、国土交通省はさらなる技術革新を推進している。下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）を通じてメーカー等による新技術の開発を継続的に支援しており、近い将来の海外展開も期待できるような新技術も登場している。B-DASH プロジェクトで実証された主な技術を表 6.24 に紹介する。

表6.24 国交省 B-DASH プロジェクトの主要テーマ

技術分野	テーマ
下水汚泥利用	下水汚泥の固形燃料化、肥料化、リン除去・回収、バイオマス発電、等
水処理	窒素除去、省エネ型水処理、ICT を活用した運転制御、ダウンサイジング、等
管路／施設管理	管渠マネジメントシステム、管渠・設備劣化診断、ICT 活用型施設管理、等
浸水対策	ICT を活用した浸水対策、都市浸水対策（局所的豪雨対策）
浸入水対策	AI による管内異常検知
その他	下水熱利用、再生水利用

出典：国交省 B-DASH プロジェクト一覧を基に調査団

上表に挙げた技術を有する企業に対し行ったヒアリング結果を添付資料 6.3 にまとめる。

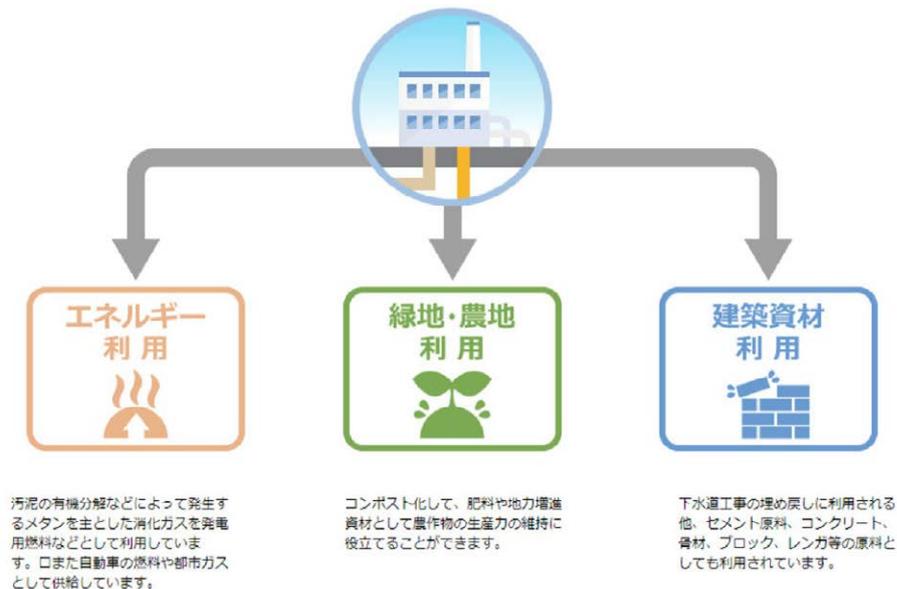
(2) 汚泥の有効活用技術

ここでは循環型経済の理念に配慮した有効活用策（発電、肥料生産等）を含む汚泥処理方法に

⁵ 10.1.3 参照

関する日本のベスト・プラクティス及び本邦技術の事例紹介を行う。図 6.10 に示すように、日本での汚泥有効利用は大きく分けて①エネルギー利用（消化ガス等活用）、②緑地・農地利用（脱水汚泥をコンポスト化し肥料として活用）、③建築資材利用（乾燥汚泥や焼却汚泥の活用）がある。

しかし対象地域では下水利用のニーズが多くなく、汚泥利用よりも下水処理の普及拡大を優先すべき段階である。また、下水処理場が受け入れている下水や直接持ち込まれる汚水・汚泥には重金属が含まれることもあり利用に適さない性状でもある。したがって、これらの技術は本事業に適用しない。



出典：日本下水道協会ホームページ

図6.10 下水汚泥の有効利用

1) 汚泥消化ガスの有効利用

これらの中でも特にベストプラクティスと言えるものに汚泥消化ガスの有効利用がある。汚泥の容量を減量させ、かつ、安定化させるために汚泥消化タンクを設けている処理場があるが、全国の19の下水処理場では、汚泥の有機分解などによって発生するメタンを主とした消化ガスを発電燃料として利用しているほか、余った電力を周辺に配電などしている。また、多くの下水処理場では消化槽の加温用ボイラの燃料として下水処理場内で利用している。（神戸市におけるバイオガスの精製及び都市ガス化の概要を添付資料 6.3 に示す。）

2) 乾燥汚泥の有効利用

汚泥乾燥機を取り扱う企業からは汚泥乾燥機から排出された乾燥汚泥のセメント原料としての有効活用が紹介された。ただし、既存処理場で脱水汚泥の埋立処分地の不足等の問題（汚泥減容化ニーズ）は発生していない模様であり、汚泥乾燥機の導入可能性は低い。また、セメント工場が付近にあり乾燥汚泥を受け入れることが可能かも大きな課題である。

(3) 水質モニタリングシステム

水質モニタリング分野において、本邦メーカーでは(株)堀場アドバンステクノが自動水質測定

装置、横河ソリューションサービス(株)各種水質計測機器と計測データの転送・処理システムを有している。このうち(株)堀場アドバンステクノは SABESP に 2020 年 11 月から 2021 年 4 月にかけて水質モニタリング機器を納入し、サンパウロ市内の「主要河川汚染除去プロジェクト」(自己資金)で主要河川に相関式により COD の換算濃度⁶を測定できる有機性汚濁物質測定装置 (UV 計)を自動計測しており、さらにオプションとして溶存酸素 (DO) 計、懸濁物質 (SS) 計も合わせて設置している。この事例では自動計測したデータを下水処理場や SABESP の本部に無線で送る機能は有していないが、現場での Wifi 機器の設置によりそのようなシステム構築をすることも可能である。また、モニタリング地点に応じた設置方法や盗難対策についても重要事項として考慮する必要がある。

本事業に関連して、SABESP はサントス湾に放流する川の河口、排水路、海域等で定期的な水質モニタリングを開始している。しかし測定頻度は多い場所でも月に 1 度であり、測定項目は水温、pH、濁度、COD に加えて油分、農薬、金属など試験室での測定が必要な様々な項目にわたる。そのため本邦メーカーが有するオンラインでの自動測定やデータ転送システムのニーズはない。今後、SABESP がモニタリングデータの利活用方法を確立する中で、例えば COD をリアルタイムで自動計測することになった場合などで、必要に応じて本邦メーカー製品のニーズが生じ得ると考えられる。(本邦メーカー製品の詳細は添付資料 6.3 に示す。SAEBSP による水質モニタリングについては 10.13 に示す)

⁶ 精度は低いですが BOD も参考値として換算可能

第7章 概略設計

7.1 上水送配水管

本調査における上水送配水管の概略設計図面を添付資料 7.1 から添付資料 7.3 に、設計概要を以下に示す。

7.1.1 配水本管

(1) 管材

送配水管で使用する管材は表 7.1 に示すとおりである。小口径の配水管は硬質塩化ビニル管 (uPVC)、300mm 以上の送配水管は強度と耐衝撃性の高いダクタイル鋳鉄管 (DI)、700mm 以上の大口径管についてはコスト面でダクタイル鋳鉄管より優れる鋼管を使用する。管材本体、継ぎ手、バルブ類、内外面塗装はブラジル国基準 NBR 及び ISO に準ずる。

表7.1 本事業で使用する送配水管の材質

用途	口径 (mm)	管材	対象路線、対象管網	
送水管、緊急送水管	700 -1,000	鋼管 (SP)	プライア・グランデ送配水増強施設	Trecho 12, 13, 14
配水本管	150 - 400	ダクタイル鋳鉄管 (DI)	ペルイベ配水拡張本管	Trecho 10, 11
配水管	100 - 200	硬質塩化ビニル管 (uPVC)	プライア・グランデ送配水増強施設	Boquerão 配水区配水管網
	300 - 600	ダクタイル鋳鉄管 (DI)		
	1,000	鋼管 (SP)		

出典：調査団作成

(2) 最小土被り厚

配水管の最小土被り圧は舗装道路下で 1.35 m、未舗装道路下は 1.45 m である。ただし、多くの区間が既存の構造物や埋設物を避けるために 3 m を超える土被りとなっている。

(3) 下水道管路のルート踏査

本調査では、現地再委託調査での計画管路のルート踏査（計画ルートを車両で通行しての動画撮影）を現地再委託により実施した。踏査対象は全ての送水管と配水本管である。成果の動画を一通り確認し、送配水管布設工事を著しく妨げる支障物はなく、管路の敷設が困難と考えられる極度に狭い道路も確認されなかった。

(4) 付帯施設

送配水管には以下の付帯設備を設ける。継手で接合するダクタイル鋳鉄管と硬質塩化ビニル管については抜け出し防止のための防護コンクリートを打設し、その形状は SABESP の標準図を使用する。

- 送配水管の凸部に設置する空気弁
- 送配水管の凹部に設置する排水弁
- 送水管または配水本管から配水管網に分岐する地点での、分岐側に設置する仕切弁

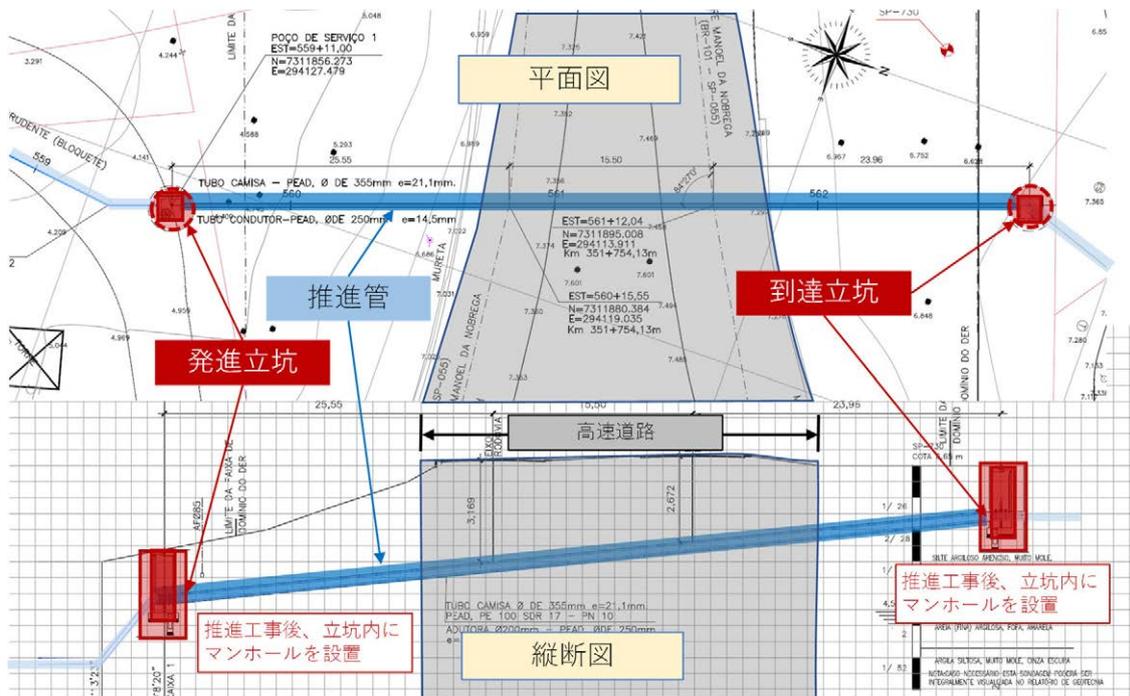
(5) 土質条件

既往資料および本調査で実施した土質調査結果から、送配水管の敷設現場では以下のような土質条件が確認されている。掘削は山留支保工と排水ポンプの使用がほぼ全面で必要であるが、管路や付帯設備に特別な軟弱地盤対策が必要なほど軟弱ではない。

- 表層は厚さ約 1.0m の砂質土
- 局所的には表層の下に軟弱粘土層（沖積層）が見られる。
- 粘土層の下の砂層は圧密され固結しているが、他は非圧密層で軟弱である。
- 地下水位はほぼ全区間で検出され、その深さは 0.5～3.0m ほどである。

(6) 推進工法路線

河川、鉄道、高速道路等の横断部では開削を行わずに管路を敷設する推進工法を採用する。推進管には送配水管よりも一回り大きい管を鞘管として使用し、推進工事の後に送配水管を鞘管内に挿入する。高速道路と推進管は管上部から最低 1.5 m 以上、河川の場合は一般的には河床から 2 m 以上の離隔をとる。推進工事区間の例として、高速道路横断部における推進工平面・縦断面図を図 7.1 に示す。推進工法の適用箇所については第 8 章 8.1.2 節を参照とする。



出典：Estudos e Projetos Básicos e Executivos das Ampliações da Reservação e da Adução de  gua Tratada nos Municípios de Itanhaém e Peruíbe - Região Metropolitana da Baixada Santista (2018)をもとに調査団作成

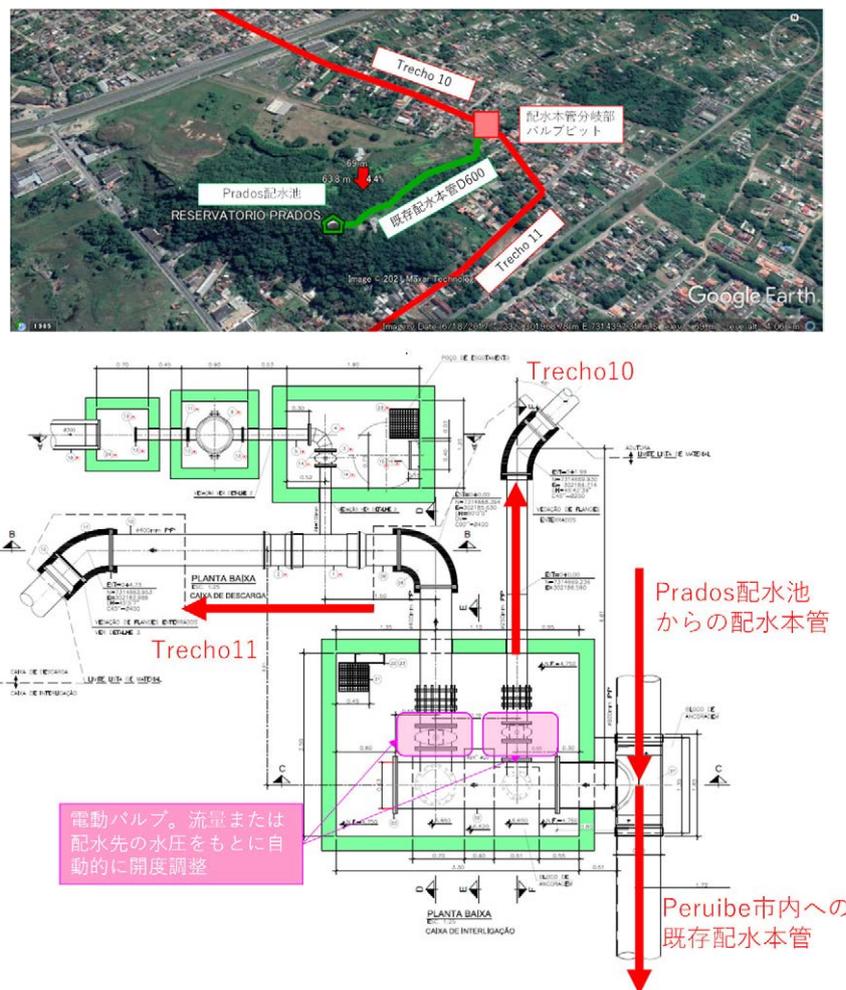
図7.1 高速道路横断区間の推進工事一般図

7.1.2 既存配水本管からの分岐部

ペルイベ配水本管の Trecho10 および Trecho11 は、Prados 配水池から Peruibe 配水区に向かって
いる既存配水本管（D600）から分岐する。この分岐位置は Prados 配水池が位置する丘陵地からペ
ルイベ市内に下った位置にあり、図 7.2 に示すバルブピットを建設する。

この分岐点では Prados 配水池からの水が既存配水本管を含めて 3 方向に分岐するが、各路線へ
の流量をどのように制御するかは技術的に難題であり、SABESP の既往計画も流量制御の考え方
は提示していない。また、本調査中においても SABESP への流量配分について運用方法を問い合
わせたが回答は得られなかった。これら配水本管の運用方法については既存配水本管から先の配
水管網の情報もなく、管網内の水圧情報もないことから本調査で具体的に制御方法を提示するこ
とは困難である。したがって、今後、現在改定中のマスタープランにおいて上段の考え方が示さ
れ、同じく実施中である詳細設計において具体的な制御方法が検討されるものとする。

本調査では、図 7.2 で示される 3 路線のうち Trecho10 および Trecho11 のバルブを電動弁とし、
下流側の管内圧力または流量に応じて自動的にバルブ開度を調整する方式を想定する。

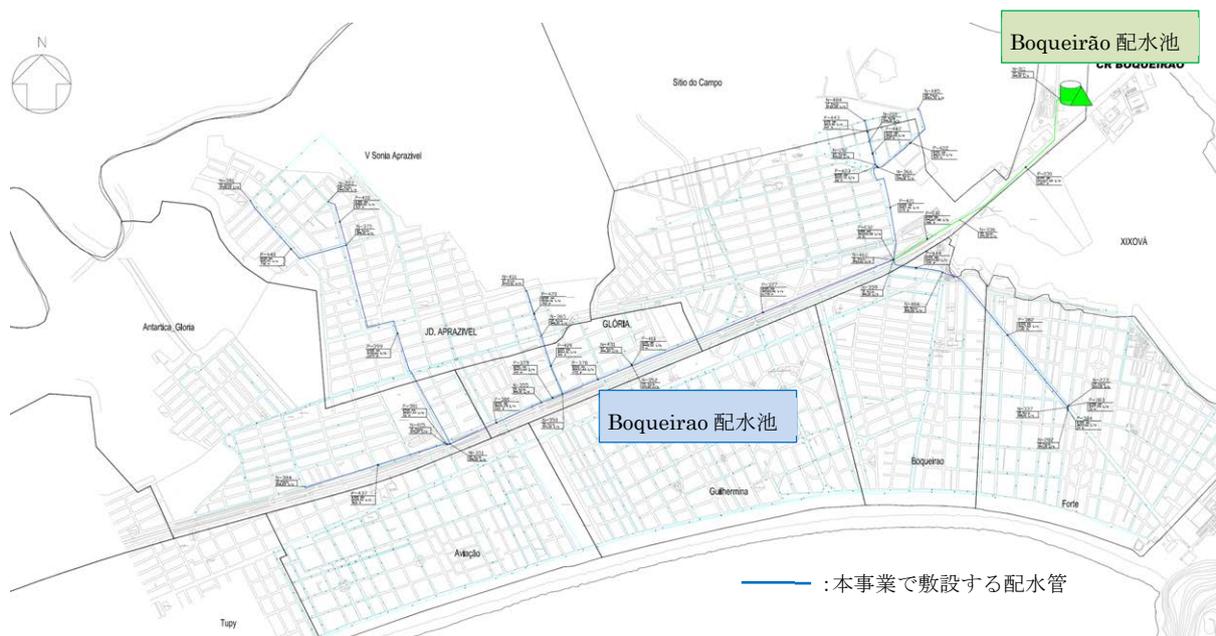


出典：Estudos e Projetos Básicos e Executivos das Ampliações da Reservação e da Adução de Água Tratada nos Municípios de Itanhaém e Peruibe - Região Metropolitana da Baixada Santista (2018)

図7.2 Peruibe 市内既存配水本管からの Trecho 10,11 の分岐バルブピット

7.1.3 Boqueirao 配水区配水管網

Boqueirao 配水区で敷設する配水管の位置図を図 7.3 に示す。本事業で敷設する配水管は、既に配水管網が整備されている同配水区で配水管を増補することで、配水量の増加と水圧の改善を図るものである。



出典：SABESP 提供の資料を基に調査団が作成

図7.3 本事業で敷設する Boqueirão 配水区の配水管

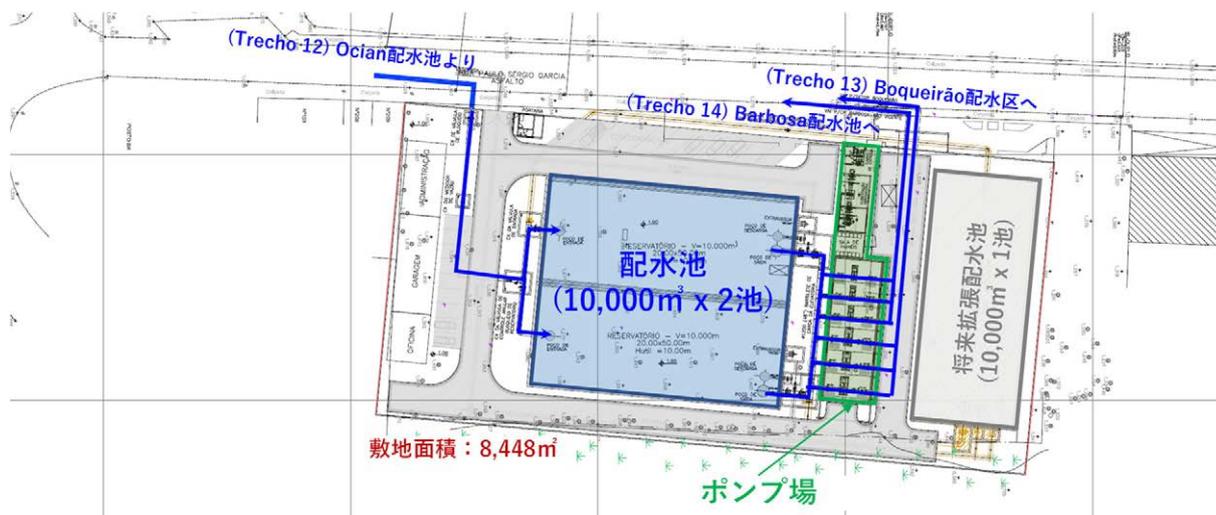
7.2 配水池・ポンプ場

本調査における配水池・ポンプ場の概略設計図面を添付資料 7.1 に、設計概要を以下に示す。

7.2.1 施設配置

本事業では Boqueirão 配水区への配水能力増強のために Boqueirão 配水池・ポンプ場を建設する。図 7.4 に示すように、Boqueirão 配水池・ポンプ場は送水管 Ocian 配水池からの送水を受け、いったん配水池に貯留した後に配水ポンプにより Boqueirão 配水区に送水する。また、緊急送水ポンプにより中部への送水を行う。

本事業では 2 池で合計 20,000 m³を貯水する。また、将来的に 10,000 m³の配水池を建設し、合計貯水能力 30,000 m³の配水池とする計画である。



出典：SABESP 提供の資料を基に調査団が作成

図7.4 Boqueirão 配水池・ポンプ場の施設配置計画

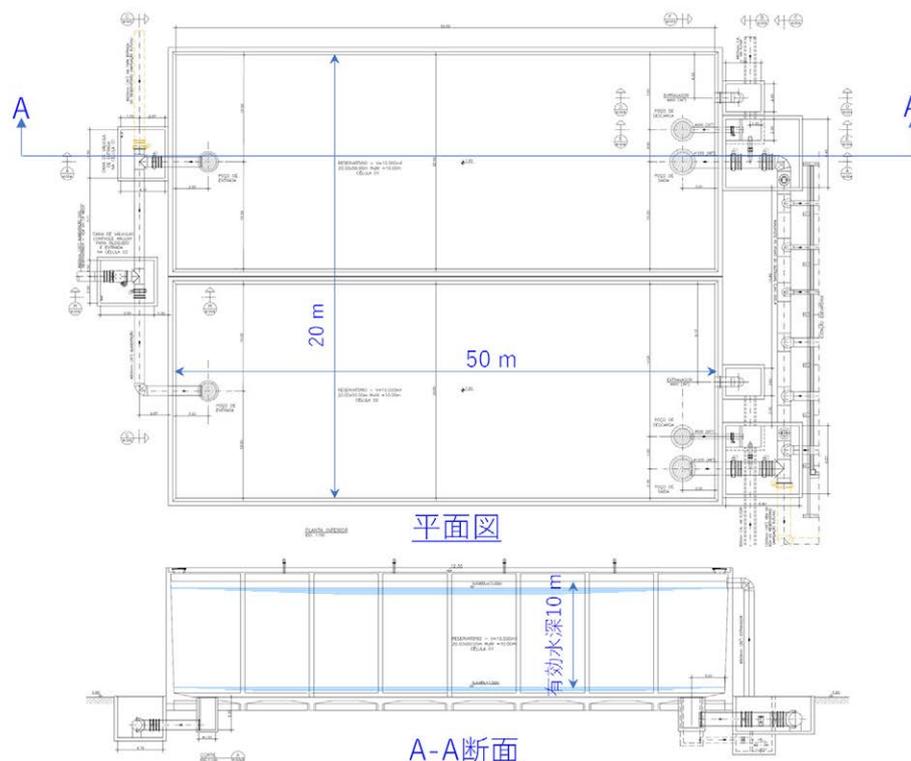
7.2.2 配水池の設計

図 7.5 に配水池の一般構造図を示す。Boqueirão 配水池は幅 50m x 長さ 20m x 有効水深 10m の地上置き鉄筋コンクリート構造物である。

当該 Boqueirão 地区は人口密度が高く、土地単価も高いため、容量 30,000 m³の配水池を建設する未使用の土地や空き地が限られている。また未利用地の森林を含む緑地は厳しい環境制限を受けている。通常は地上式の配水池水深はコンクリート打設工法、継ぎ目からの漏水、またコンクリートひび割れ等々を考慮し、最大 6 m 程度とするのが一般的である。しかしながら、限られた土地を有効利用するため本配水池は通常よりも深い水深 10 m としている。

地盤調査による基礎構造設計は、現在進行中の詳細設計で実施されることとなるが、本調査で実施した土質調査結果より、基礎形式は杭基礎である。

通常よりも水圧、土圧ともに高いため、構造計算により十分に強固な構造物を設計し、構築する必要がある。SABESP が実施している詳細設計では、底盤や側壁の部材が厚くなることからマスコンクリート部材として温度応力によるひび割れ解析を行い、コンクリートへの混和材添加、ひび割れ誘発目地の設置、ひび割れ防止鉄筋の配置等の対策の検討が推奨される。さらにコンクリートの配合と打設時の温度管理を徹底することも求められる。これらの対応は、ブラジル国の建設工事業者の技術力をもってすれば十分に対応可能であり、採用の妥当性はあるものとする。



出典：SABESP 提供の資料を基に調査団が作成

図7.5 Boqueirão 配水池の一般図

7.2.3 ポンプ場の設計

(1) ポンプ設備の仕様

送配水ポンプは6章6.1.2節での検討結果にもとづき表7.2に示す仕様とする。また、ポンプの監視制御は表7.3に示す項目を対象に行う。Boqueirão ポンプ場の必要受電容量はポンプの出力より1.1MVAである。

表7.2 Boqueirão ポンプ場の送配水ポンプの要項

ポンプの用途	要項	動力	台数	形式	運転制御
Boqueirão 配水区 配水ポンプ	914 L/秒 x 24 m	280 kW	2(常用) +1(予備)	両吸込渦巻 ポンプ	配水管内の水圧による制御（回転数制御 を行う）
中部への緊急送 水ポンプ	250 L/秒 x 50 m	160kW	2(常用) +1(予備)	両吸込渦巻 ポンプ	送水先の配水池水位及び配水管水圧による 制御（回転数制御は行わない）

出典：調査団作成

表7.3 Boqueirão 送配水ポンプの制御及び監視項目

場所	監視	制御
ポンプピット	水位（HHWL、HWL、LWL）	—
ポンプ	運転状態（起動中、停止中） 流量／故障表示	起動／停止／緊急停止

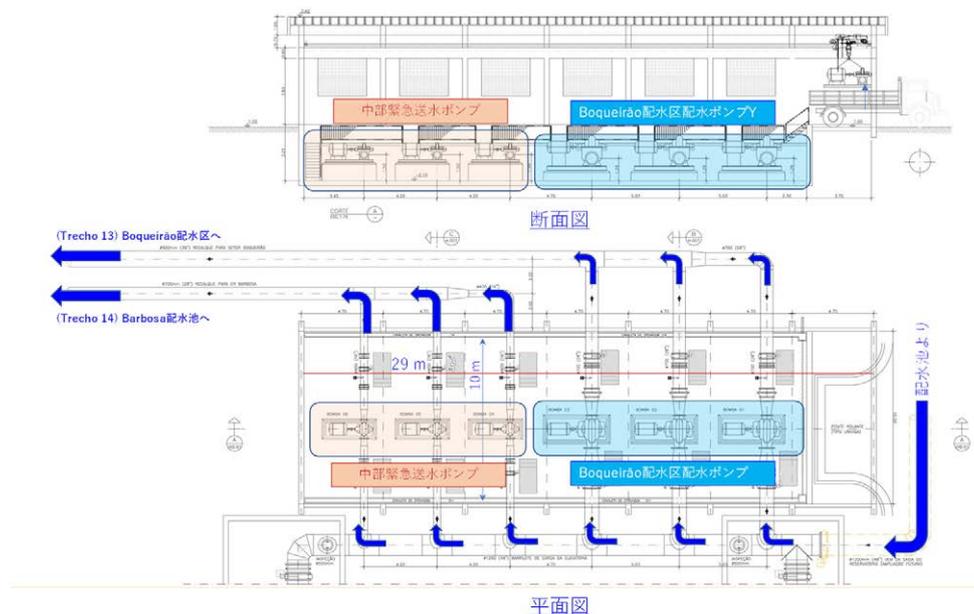
出典：調査団作成

本事業で使用するポンプのモーターは2019年9月よりブラジル国で導入された高効率規制（NBR17094-1）で規定されたIR3の規格としなければならない。IR3は日本では0.75kWから375kWのポンプに適用されるプレミアム効率（IE3）（JIS C4034-30）に相当する規格である。ブラジル国では2009年末に高効率（IR2）（IE2：JIS4212に相当）以上を使用する規制が導入さ

れているが、2019年9月の高効率規制でモーター効率に対する要求が更に1%から2%引き上げられたことになる¹。

(2) ポンプ場の施設配置

図7.6にポンプ場の一般平面図を示す。



出典：SABESP 提供の資料を基に調査団が作成

図7.6 Boqueirão ポンプ場の一般図

7.3 下水収集施設

本調査における下水収集施設の概略設計図面を添付資料7.2に、設計概要を以下に示す。

7.3.1 下水道管路

SABESP は、プロジェクトの詳細、作業の実施、および使用する材料の仕様を指導することを目的とした NTS-SABESP 技術基準と言われる一連の基準を有する。その他にも、ガイドラインとして上下水道サービスの技術仕様書がある。本事業の各種設計図書は NTS ガイドラインに従って作成され、技術仕様書、単価基準、および測定基準に従って予算が組まれた。

(1) 下水道管路の設計基準

以下に下水管設計に関する主要な設計基準を示す。調査団は対象事業の実設計書の各種図面や計算書をレビューし、全体に基準に準拠していることを確認した。

¹ モーターの効率には大きく分けて標準効率 IE1、高効率 (IE2)、プレミアム効率 (IE3) のランクがある。IE コードが1ランク上がるとおよそ1%から2%の効率アップとなる

1) 管材

下水収集管：PVC 管

下水道幹線：コンクリート管（口径 400mm 以上）、PVC 管、HDPE 管（口径 350mm 以下）

圧送管：鋳鉄管、HDPE 管、PVC DEFofo（外周部を鋳鉄管で補強した PVC 管）

2) 最小管径(内径)

150mm（下水収集管起点付近）

3) 最小土被り厚

下表に SABESP ガイドラインに基づく道路条件毎に設定された最小土被り厚を示す。なお、本事業の対象都市であるペルイベ市、イタニャエン市、ベルチオガ市は市独自の最小土被り厚の基準を有していない。

表 7.4 道路条件毎の最小土被り厚.

舗装種別	最小土被り厚 (m)
歩道下	0.80
舗装車道下	1.00
未舗装車道下	1.2
細い路地下	0.60

出典： SABESP NTS 025, 2020.

4) 管基礎と埋戻し土

管基礎に材料や厚さの規定はないが、下水管の製造業者にも確認の上で設定する必要がある。一般的には添付資料 7.3 に示すように 5 cm 程度のコンクリート基礎が採用されている。バイシャーダ・サンチスタ地域では軟弱地盤により管の沈下が著しいこともあり、掘削時の山留工としてプレキャストの鉄製のフレームと木製の杭を使用することもある。埋戻し土は管の周囲は砂利、その上部から舗装までは良質土を利用する。土には大型の石や岩が混じらないようにする。

(2) 下水道管路のルート踏査

本調査では、現地再委託調査での計画管路のルート踏査（計画ルートを車両で通行しての動画撮影）を現地再委託により実施した。踏査対象は全ての幹線、最小管径である 150mm 管を除く下水収集管、全ての圧送管の計画ルートとした。成果の動画を一通り確認し、下水管布設工事の実施に大きな支障のあるような障害物、公道が存在しない区間、道幅が極度に狭い箇所等は確認されなかった。

(3) 戸別接続

図 7.7 にバイシャーダ・サンチスタ地域における一般的な戸別接続方法の概念図を示す。（その他の接続パターンは添付資料 7.4 参照） 民間の敷地内に詰まり等を確認するためのメンテナンス用のボックス、さらに歩道部でも接続確認ができる部分があり、そこからは他企業埋設物等の支障物がない限りは浅い深度で取付管を布設し、下水管の直上から 90 度曲管で垂直に接続する。

NTS 217: 2020 によれば管材、接続管径、密閉接続部の標準仕様は下記の通り規定されている。

1) 管材

PVC または陶管、またはコルゲート・ポリエチレン管

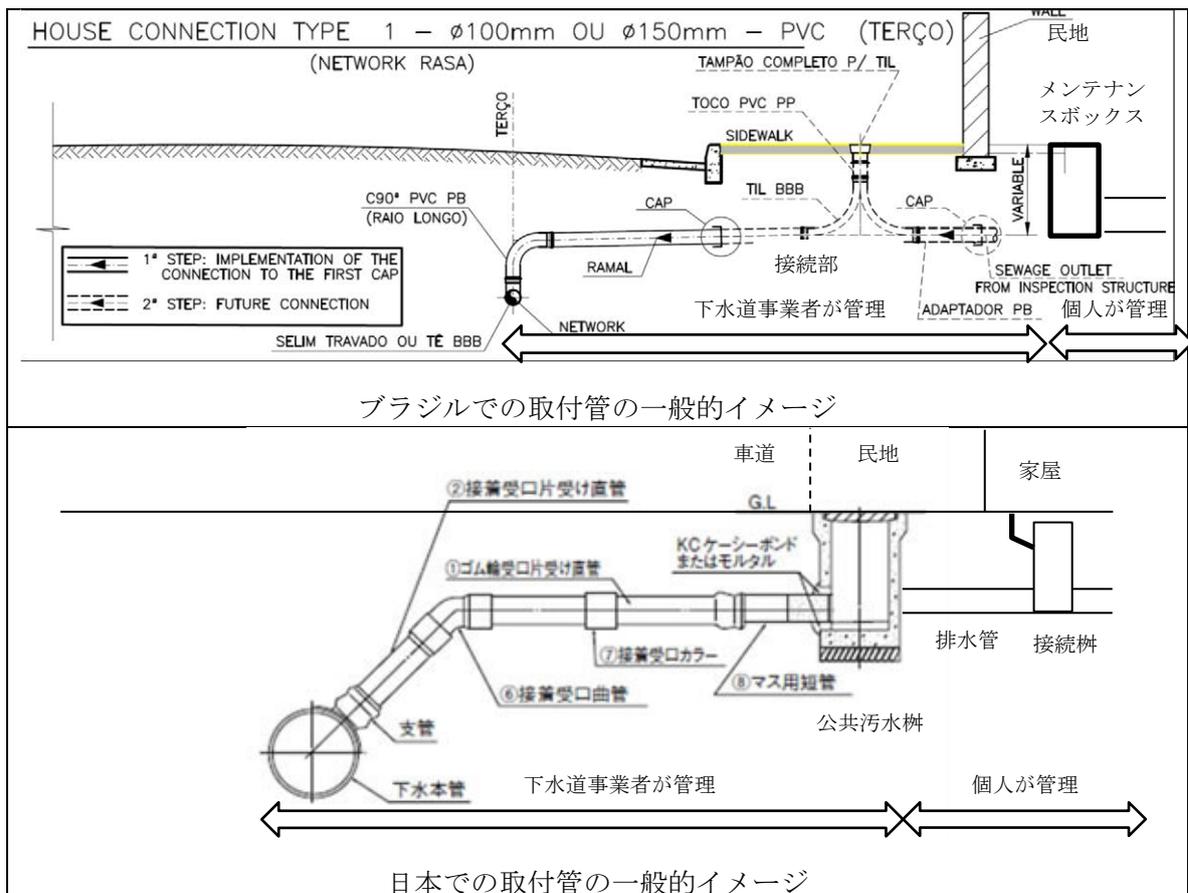
2) 接続管径

100mm または 150mm (各建物の水道使用量に応じて使い分け) 地

3) 密閉接続部

弾性連結 (ラバーリング)、アスファルトのシール装置 (陶管の場合)

一方日本の場合、図 7.7 のように官民境界付近に汚水柵を設置し、取付管を柵で下水管の深度まで深くし、そこから最低勾配を確保しながら下水管に 30~45°の角度で接続するのが一般的である。ブラジル国の場合も日本の場合も原則として公道上の設備は下水道事業者の費用で、民地内の設備は世帯主の費用で建設される。ブラジル国の場合はメンテナンスボックス含め家屋への接続までを世帯主が負担して管理し、メンテナンスボックスへの接続部から下水管までの取付管を事業者が布設する。一方、日本の場合には車道の端部に道路側溝が多い事情もあり公共汚水柵を官民境界から 1m 以内の民地側に設置するものの、その費用と管理は下水道事業者で設置し、世帯主は公共汚水柵に接続するまでの排水管やトイレ等からの接続柵を設置し管理するのが一般的である。



出典： 上図：.SABESP 図に調査団補足
下図：クボタケミックス資料に調査団補足

図7.7 ブラジル国と日本での下水管への取付イメージ比較

(4) マンホール

マンホールの一般図を添付資料 7.5 に示す。また、マンホールに関する SABESP のガイドラインを以下に示す。

1) マンホールの設置条件

マンホールは以下の条件の際に設置される。②以外は日本と同様である。日本では下水管の深度に関係なく、必要な設置条件と間隔において設置される。

- ①複数の下水管の交差部
- ②下水管の深度が 2m 以上の場合
- ③下水管の管径や方向、勾配、管材、深度が変わる場合

2) 設置間隔

マンホールは 80 m 以下の間隔での設置が推奨されており、100 m が最長の間隔である。

3) マンホール開口

600 mm または 900 mm

4) マンホール内径

800 mm, 1000 mm, 1200 mm, 1500 mm

(5) 推進工法路線

5章で述べた通り、河川、鉄道、高速道路等の横断部では推進工法が適用される。高速道路の横断部における推進工法路線と立坑の一般図を添付資料 7.6 に示す。高速道路とは管上部から最低 1.5 m 以上、河川の場合は一般的には河床から 2 m 以上の間隔を空ける。推進工法の適用箇所については第 8 章 8.1.2 節を参照とする。

7.3.2 ポンプ場

(1) 設計条件

下水道のポンプ場について、SABESP は表 7.5 に示す設計基準を設け、本事業においてもこれを使用している。

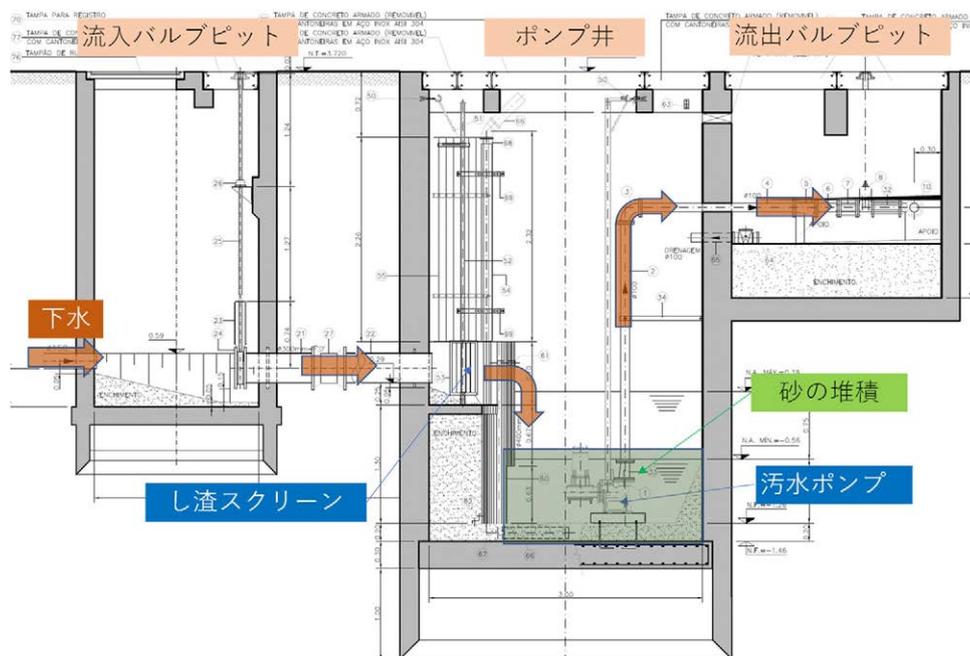
表 7.5 ポンプ場設計において SABESP が定めている条件

項目	条件
ポンプ井における平均滞留時間	30 分
最小ポンプ台数	2 台（うち、1 台は予備）
ポンプ形式	浸水が多い地域では水中ポンプを推奨
ポンプへの吸入管流速	0.6～1.5 m/秒
ポンプの推奨最大回転数	1,800 rpm
しき除去設備	手動または機械式の格子、バスケット、破砕機、スクリーン
圧送管材料	铸铁管、HDPE、外周を铸铁保護の PVC
圧送管流速	0.6～3.0 m/秒

出典：調査団作成

(2) 堆砂対策

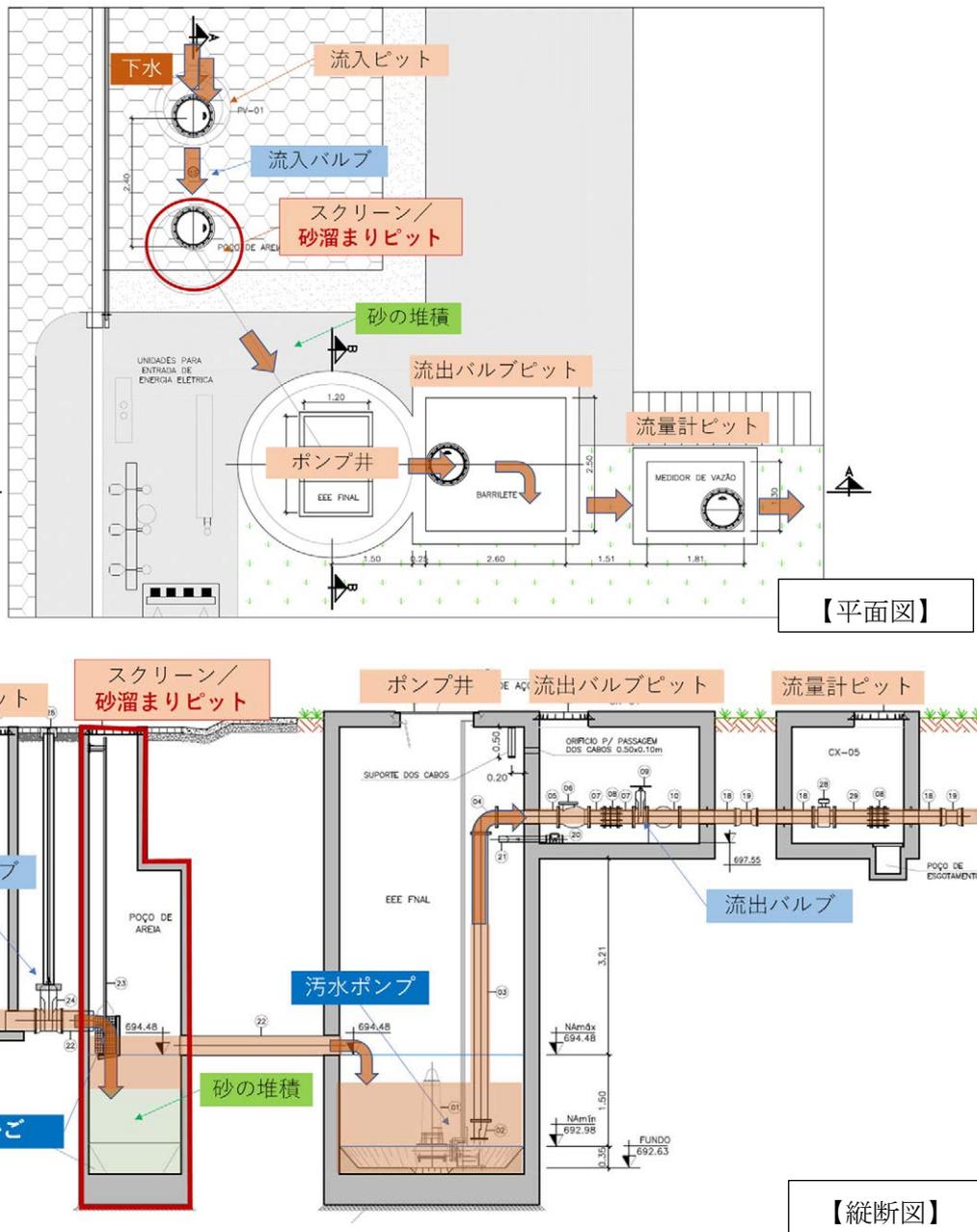
既往計画ではポンプ井の入り口にし渣用のスクリーンは設置されているものの、図 7.8 に示すように砂がポンプ井に侵入しやすい構造となっている。そのため、ポンプ井のクリーニングが十分に行われなかった場合には堆砂によるポンプの運転停止や破損のリスクがあると共に、ポンプを通して細かい砂が下流に運搬され、下水処理場に多量の砂が流入する状況である。



出典：SABESP の詳細設計をもとに調査団作成

図7.8 既往計画におけるポンプ場の縦断図

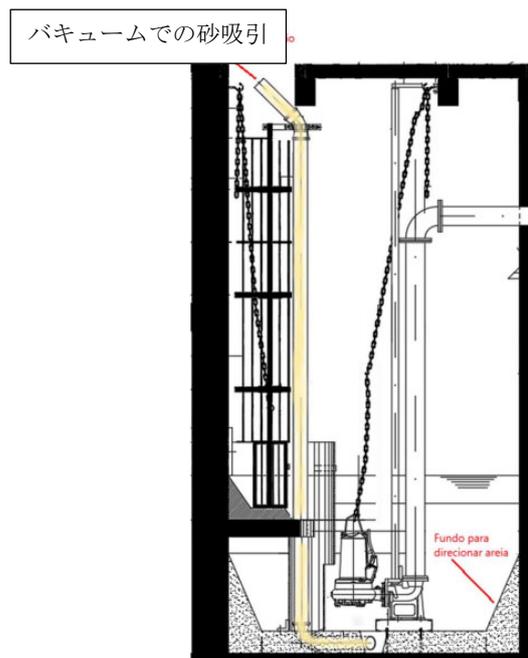
本調査では、この問題を解決するため図 7.9 に示すように①ポンプ井の前に砂溜まり用のピットを設け、下水に混入した砂が直接ポンプ井に侵入するのを緩和すること、②し渣の除去作業を容易にするため、スクリーンはし渣かごに変更することを提案したが、SABESP からは①についてはポンプ井からの砂の除去は問題なく行えること、②についてはステージ1 事業でし渣かごを導入したが、すぐにし渣で閉塞してしまうためその後の工事でスクリーンに変更した旨の説明があった。



出典：調査団作成

図7.9 調査団より提案したポンプ場一般図

上の①について、SABESP からは図 7.10 に示すような現計画ポンプ場でのバキュームによる砂の吸引イメージの説明があった。具体的には、し渣かごよりも容量の大きい粗目スクリーンと砂を中央に誘導する底部により、固定吸引管とそれに接続するホースを通して地上から砂を取り除くことができ、清掃プロセスをより簡単、迅速、効率的にできるというものである。



出典: SABESP

図7.10 現ポンプ場計画での砂の清掃イメージ図

SABESP からの報告によるとこの形式のポンプ場は概してよく機能しているため、本事業ではこの SABESP 提案のモデルを適用する。しかし、用地を取得して建設する比較的大規模の中継ポンプ場については、図 7.9 のようにポンプ井前に砂溜まりピットを設置し、し渣かごが詰まるようであれば SABESP のモデルのように容量の大きい粗目スクリーンを導入することを推奨する。砂溜まりピットからもバキュームによる砂の吸引は容易であると共に、現在問題となっている固形物や砂によるポンプの摩耗を抑制し、ポンプ井で巻き上げられた細砂が下水と共に下水処理場に流下する量も抑制できる。

いずれの場合でも、多くの固形物や砂が流入するポンプ場の運用には十分な頻度で清掃を行うことが必須であり、特に SABESP が考えている、砂溜まりのないポンプ場では清掃を怠った場合にすぐに不具合が生じるリスクがある。多くのポンプで故障が生じている現状²を考えると、ポンプ場の維持管理体制の強化が重要である。

7.3.3 機械電気設備

(1) ポンプの選定

ポンプの選定について、SABESP 提供の各種計算書をレビューした結果、下記の通り、各ポンプは十分な余裕を考慮した上で選定されていることを確認した。

- 設計流量に対し、ポンプはおよそ 1.1 倍の吐出能力で選定されている。
- ポンプの動力選定について、ポンプの排出量に対し、必要動力が計算され、その値に基づ

² ポンプ設備の維持管理体制については 13.4 参照。パイシャード・サンチスタ地域では 683 か所の污水ポンプ場で 254 台ものポンプが正常に作動しない状況にある。

いたモータの出力が選定されている。モータの定格出力は、必要動力の約 1.1 倍から 3 倍の余裕を見込んで選定されており、出力の大きいモータは約 1.1 倍、出力の小さいモータは 3 倍となっている。

- 同一ポンプピットに常用+予備 1 台が設置されている。水量異常増加時には予備も稼働させることで対応する。

また、管路については、水撃検討計算の結果、一定の間隔で吸排気バルブの設置することにより、水撃対策も問題ないことを確認した。

(2) ポンプの耐久性改善策

バイシャーダ・サンチスタ地域では固形物や比較的硬度の高い砂が多く下水道に流入し、羽根車の破損や摩耗によりポンプが 2 年や 3 年で故障するケースがよく生じている。砂の流入で羽根車の摩耗が早い下水道施設も存在するが、2 年や 3 年でインペラが大きく摩耗する事例は非常に稀で、同地域のポンプが非常に厳しい使用環境にあることがわかる。

通常、下水道では普通鋳鉄の羽根車を使用している。しかし、このように特に厳しい使用環境を踏まえ、本事業では耐摩耗性の高いハイクロム鋼を羽根車に使用することを提案する。ハイクロム鋼のインペラはスラリーポンプや排砂ポンプで使用され、ブラジル国内でも鉱山で砂や石の混入した水を移送するポンプで使用実績がある。ブラジル国でも使用実績のあるハイクロム鋼ポンプではインペラの硬度 (Hardness) が 500 以上、クロム (Cr) の含有率が 24-30%、炭素の含有率が 2.8-3.0%であり、この仕様であれば普通鋳鉄の 20 倍の強度、耐摩耗性は 50 分の 1 となる。

あるメーカーの見積もりでは普通鋳鉄ポンプよりもポンプ本体の価格が 40%から 50%上昇するが、事業全体の建設費で見ると 1%未満、管路工事だけで見ても 1.5%の上昇である。一方で、ポンプ場の機能が長く維持されるのみならず、ポンプのメンテナンスや更新コストの削減、インペラの摩耗に起因するポンプ効率低下による消費電力増加の抑制、維持管理手間の削減など多くのメリットがある。

また、ポンプの調達においては、供給元の条件としてブラジル国内に直営の営業所を持ち非常時には早期にメンテナンスや修繕が行えることを求めるのも有効である。これによりポンプ本体の点検や修繕、バイシャーダ・サンチスタでも破損が頻発しているモーターコイルの巻き替えも速やかに行うことができ、故障したポンプ設備が放置される現状の改善が期待できる。

(3) 電気設備

1) 設計基準

ポンプ場の電気設備設計において、SABESP は電気及び制御等の設計を以下の基準に基づいて行っている。

- SABESP の内規：NTS255(電気機器の供給に関する基準)、NTS266(電気パネルに関する基準)

- ブラジル国の技術基準：NBR5410、NBR5419、NBR6146、NBR618、NBR IEC60439-1、NBR IEC60529、NBR NM247-1、NBR NM247-2、NBR NM247-3、NBR IEC 62208、NR10、NBR17094-1

2) 受変電容量

計画されているポンプの諸元に基づいて本事業で設置するポンプ場の受変電容量を検討した。各処理区における、容量ごとの受変電設備の数量を表 7.6 に示す。

表 7.6 各処理地区の中継ポンプ場の受電容量の概算

市	処理地区	受電容量	箇所
イタニャエン	Guapiranga 処理区 ポンプ場計 13 箇所	5 kVa 以下	6 箇所
		10 kVa 以下	4 箇所
		20 kVa 以下	2 箇所
		50 kVa	1 箇所
Anchieta 処理区 ポンプ場計 9 箇所	5 kVa 以下	6 箇所	
	10 kVa 以下	2 箇所	
	30 kVa 以下	1 箇所	
ペルイベ	P2 処理区 ポンプ場計 5 箇所	5 kVa 以下	4 箇所
		20 kVa 以下	1 箇所
ベルチオガ	Guaratuba 処理区 (Costa do sol) ポンプ場計 2 箇所	55 kVa 以下	1 箇所
		70 kVa 以下	1 箇所

出典：調査団作成

3) モーター効率と回転数制御

7.2.3 (1)でも述べたように、本事業で使用するポンプのモーターは高効率規制（NBR17094-1）で規定された IR3 の規格とする。また、5.5.5 (1)で述べたように、常用ポンプが 1 台のみであることから各ポンプにはインバータを導入する。これにより、実際の汚水量に応じて運転台数ではなくモーターの回転数で流量を調整し、電力消費を抑制する。

(4) 監視制御

バイシャーダ・サンチスタ地域では、各下水処理場に設置された SCADA により処理区内のポンプ場の監視制御を行っている。ポンプ場と下水処理場の通信には電話回線または VPN を使用している。SABESP は既存の監視制御システムを徐々に改善しており、本調査で行った現地踏査の結果より、改善が行われたポンプ場ではポンプ井の水位、ポンプの On/Off、故障の有無を浄水場からモニタリングしている。中継ポンプは全てポンプ井の水位が一定レベルに上昇すると自動的に起動し、水位が下がると自動停止するように設定されている。また、一部の主要なポンプ場では下水処理場から遠隔でポンプの起動/停止を行うこともできる。

下水処理場に設置された SCADA の一例として Barigui 下水処理場に設置されたモニターに表示されたポンプ場の運転状況を図 7.11 に示す。



※(例)Barigui 処理場における SCADA の監視画面。処理区内にある全てのポンプ場の運転状況を一覧できる。画面の切替によって個別のポンプ場の運転状況を確認でき、一部のポンプ場に対してはポンプの遠隔制御も行える
出典：調査団作成

図7.11 下水処理場に設置された SCADA のモニター画面の一例

SABESP が実施している監視制御システムをもとに、本事業におけるポンプ場の監視制御項目を表 7.7 に示すように計画する。

既存ポンプ場と同様にポンプ井の水位、ポンプの On/Off、故障の有無を下水処理場からモニタリングする。また、既に多くの既存ポンプ場で実施されているように、過負荷運転防止には、電氣的に過負荷になる前に検知システム（オプション）を構築し、機器を停止すると共に警報でアナウンスするシステムとする。ポンプ場では大規模降雨や長雨によりポンプ井に砂が流入するなどしてポンプの過負荷運転や故障が発生するリスクがある。検知システムを導入することで、ポンプの不具合を予防保全的に検知し、交換が必要なほどの損傷を受ける前に修繕を施すことが期待できる。

表 7.7 下水中継ポンプ場の SCADA による監視制御項目

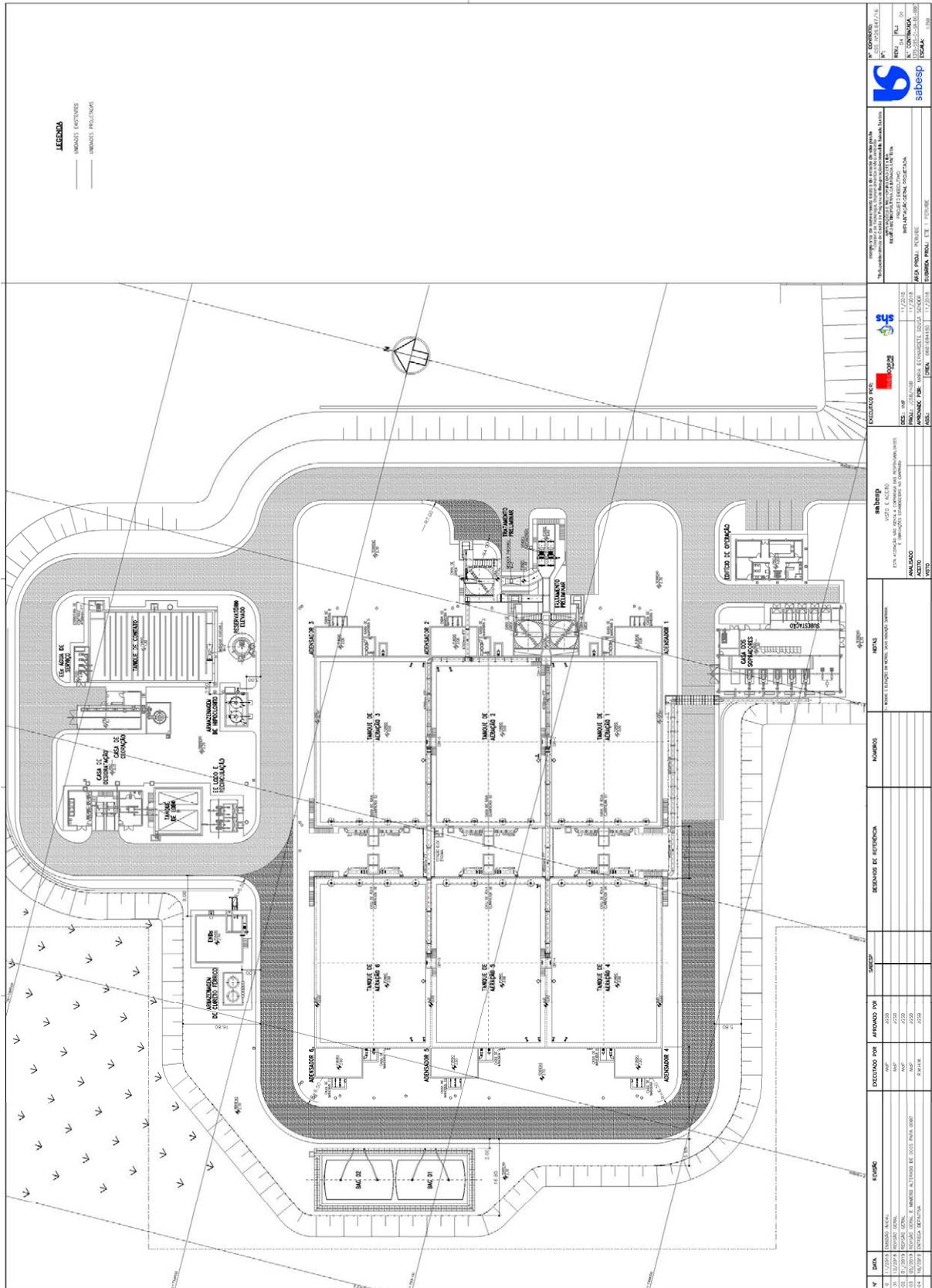
対象機器または場所	モニタリング	制御
ポンプ井	ポンプ井水位 (HHWL、HWL、LWL 定水位)	—
各ポンプ	状態（運転中／停止中）、 故障（有／無） 過負荷の検知、過負荷時や故障時の警報	起動／停止* 過負荷検知時の自動 停止機能

※一部の主要なポンプ場ではポンプの起動/停止を下水処理場から遠隔で行なえる
出典：調査団作成

7.4 下水処理場

7.4.1 概要

添付資料 7.7 に、本調査における概略設計図面として、事業完了後の対象 10 か所の下水処理場の施設平面図、水位関係図、汚水処理のシステムフロー、汚泥処理のシステムフローを示す。また、添付資料 7.8 に、事業完了後の対象 10 か所の下水処理場の主要機材リストを示す。また、例として、図 7.12 から図 7.15 にペルイベ市 P1 下水処理場の施設平面図、水位関係図、汚水処理のシステムフロー、汚泥処理のシステムフローを示す。



出典：SABESP 提供資料

図7.12 P1 下水処理場の平面図



出典：SABESP 提供資料

図7.14 P1 下水処理場の汚水処理のシステムフロー図

7.4.2 前処理施設

(1) スクリーン

全ての処理場に機械式スクリーンを導入する。P1 及び Guapiranga 下水処理場の既存の手動式スクリーンは機械式スクリーンに変更する。

(2) 沈砂池

対象となる 10 か所の下水処理場では、SABESP の標準タイプ沈砂池(回転式の掻寄機採用)を採用している。降雨時の最大設計流量の場合でも、ブラジル国の設計基準 NBR 12.209 の沈砂池の水面積負荷：600–1300 m³/m²/日を満たす水面積を確保する。できれば、設置する沈砂池のうち 1 台は予備と考え、予備を除いた沈砂池だけで、設計基準の水面積負荷を満たすように設計している。沈砂池の仕様は、6 章の表 6.13 に示した。

1) 既存の沈砂池の取壊し新設する下水処理場

Anchieta、Casqueiro、Centro の 3 つの下水処理場では、既存の沈砂池を取壊し、新たな沈砂池を新設する。新設においては予備の沈砂池も確保する。

2) 既存の沈砂池を更新のうえ拡張を行う下水処理場

P1、Guapiranga、Barigui、Carvalho、Vista Linda の 5 つの下水処理場では、既存の沈砂池の更新と、能力拡張のための新たな沈砂池の建設を行う。これらの処理場においても予備の沈砂池を確保する。

3) 施設レイアウトと用地の制限上、沈砂池の十分な拡張が行えない下水処理場

Bichoro 下水処理場では、既存沈砂池の更新に加え、沈砂池を 1 台新設する計画である。また、P2 下水処理場では拡張は行わないが既存の更新を行う。いずれの下水処理場も予備の系列は計画されていないが、これは、先に既存施設を取壊さなければ予備系列を追加するスペースがないためである。

本事業では、予備系列の設置は設計基準上必ずしも求められていないことから、これら二つの下水処理場では SABESP の計画通りの沈砂池数とする。ただし、大量の雨と砂の流入に対処できるよう、SABESP には雨季の前と雨季中に十分な清掃を行うことが求められる。

4) 沈砂池の設計

Anchieta、Casqueiro、Centro の 3 つの下水処理場では、既存の前処理施設を取り壊したうえで、機械式スクリーンと沈砂池を新設する。新設される沈砂池は既存と同じ SABESP の標準タイプ沈砂池を採用しているが、このタイプは、沈砂池の底面の平坦で土砂が堆積すると回転式の土砂掻寄機は旋回できなくなり、人力による堆積土砂の搬出作業が必要になる。この作業の頻度を減らすため、沈砂池の底面に勾配をとり、回転式の掻寄機ではなく、ポンプあるいはミキサ型の攪拌機を設置して、土砂が勾配下端の 1 か所に集まるタイプの沈砂池を採用することを調査団は提案した。

一方、SABESPは2018年に沈砂池の形式についてコンサルタントを雇用して詳細な調査をおこなっている。この調査では実際に流水する土砂の粒度分析、材質分析の結果、さらにSABESPが管理する各地の下水処理場での経験や実例を考慮したうえで、対象10か所の下水処理場の沈砂池には、SABESPがこれまで使ってきた標準タイプの回転式の掻寄機を採用し、各処理場の維持管理体制を充実させる方針が最適であると結論づけている。本調査では、今後SABESPが沈砂池をこまめに清掃し、設備の不具合に速やかな対処を行うことを前提として、SABESPの標準タイプの沈砂池を採用する。

7.4.3 生物処理

対象10か所の下水処理場のうち9か所の下水処理場は回分式活性汚泥法を採用しており、Anchieta下水処理場のみUNITANK活性汚泥法を採用している。回分式活性汚泥法には、長時間ばっ気法と標準ばっ気法があり、Centro下水処理場のみ標準ばっ気法を採用している。

本事業では、表7.8に示すように散気管を用いる方法を標準設計とするが、エアレーター（表層）と水中エアレーターも採用している。

既存の回分式活性汚泥法の既存の反応槽は、土砂の流入による不具合を除けば問題はとくに発生していない。維持管理を複雑にしないためにも、既存と同じ方式を拡張施設にも採用するSEBESPの方針は適切であると考えられる。一方、Anchieta下水処理場の拡張施設ではエアレーターから散気管を採用する予定である。これは、ばっ気の効率を高めるため、UNITANKによる他の下水処理場での実績も加味しての見直しであり、これも適切な判断である。

表7.8 対象下水処理場の処理方法とばっ気方法

対象	汚水処理方法	ばっ気方法	
		反応槽（既存）	反応槽（拡張）
標準	回分式（長時間ばっ気）	散気管	散気管
4) Anchieta	UNITANK	エアレーター（表層）	散気管
5) Bichoro	回分式（長時間ばっ気）	エアレーター（表層）	（拡張なし）
9) Centro	回分式（標準ばっ気）	水中エアレーター	水中エアレーター

出典：調査団作成

表7.9に各下水処理場の反応槽の仕様と設置数を示す。エアレーターを採用している反応槽の水深は浅くなっている。拡張する反応槽は既存の反応槽と同じ形状であるが、運用と維持管理の利便性を考えるとSABESPの既往計画のように同じ形状とすることが合理的である。

表7.9 回分式活性汚泥法の反応槽の仕様と数量

下水処理場	反応槽の仕様						設置数		
	縦(m)	横(m)	高さ・深さ				既存	拡張	合計
			フーボード*	汚水用の水深	汚泥用の水深	合計			
1) P1	24.7	36.9	1.2	1.8	4.0	7.0	3	3	6
2) P2	26.4	26.4	1.2	1.9	3.7	6.8	2	2	4
3) Guapiranga	26.4	38.4	1.0	2.0	3.5	6.5	4	2	6
5) Bichoro	11.0	18.2	0.2	1.8	2.9	4.9	8	0	8

下水処理場	反応槽の仕様						設置数		
	縦(m)	横(m)	高さ・深さ				既存	拡張	合計
			フーボー ト*	汚水用 の水深	汚泥用 の水深	合計			
6) Barigui	16.0	16.0	0.3	2.2	4.3	6.8	6	2	8
	28.0	37.0	0.3	2.2	4.3	6.8	0	2	2
7) Casqueiro	19.0	28.5	0.5	1.6	4.0	6.1	4	2	6
8) Carvalho	23.4	34.2	0.5	1.3	4.5	6.3	8	2	10
9) Centro	16.5	33.2	0.3	1.9	1.6	3.8	4	2	6
10) Vista Linda	18.5	19.4	0.5	2.4	3.6	6.5	4	2	6

*: 高水位と水槽天端までの余裕高さ

出典: 調査団作成

7.4.4 汚泥処理

下水処理場の汚泥処理では汚泥濃縮と汚泥脱水が行われる。

濃縮工程は、現在6か所の下水処理場で重力式濃縮、残りの4か所の下水処理場で機械式濃縮が使用されており、本事業でもそれを継続する計画である。採用されている機械式濃縮はGuapiranga 下水処理場とCarvalho 下水処理場のドラム式濃縮機、Anchieta 下水処理場のベルト濃縮機、Casqueiro 下水処理場のフィルター式濃縮機である。機械式濃縮機は用地面積が少なくても効率的のできるメリットがあるが、現在いずれの下水処理場でも適切に稼働しておらず、維持管理の面では重力式濃縮が有利である。しかしSABESPは、既存施設有効活用の観点、様々な技術に対するノウハウを蓄積していくという観点から、機械式濃縮機を使用している下水処理場では今後も同じ汚泥濃縮方法を使用する方針である。本事業では、SABESPが機械の維持管理体制を強化し、不具合に対して迅速な対応取することを前提に既存と同じ濃縮方式を継続する。

脱水工程は、6章6.2.6節(3)4)で述べたように全ての下水処理場で遠心式脱水機を採用し、Bichoro 下水処理場で使用されてきたフィルタープレス式の脱水機は遠心式脱水機に更新する。SABESPは近年遠心式脱水機をほぼ統一的に採用しており、本事業でも同じ方針とすることは合理的である。

7.4.5 その他

(1) 非家庭汚水(下水処理場に直接持ち込まれる追加的な汚水・汚泥)の処理施設

各処理場に車両で搬入される腐敗槽からのセプトティック汚泥や排水を受け入れるための施設を建設する。この処理施設で受入れた追加的な汚水・汚泥は、簡易処理を行った後、沈殿物は汚泥処理施設に、上澄水は反応槽に送られる。処理施設は搬入される汚泥、浸出水の受入口、沈殿池、ばっ気施設、反応槽への送水ポンプ等で構成される。

(2) ジョ・バッグ

沈砂池や反応槽のメンテナンスで、土砂や沈殿物を含む汚水を受入れるジオバックを設置する。ジオバックの素材は浸透性と強度のあるジオテキスタイルである。ジオテキスタイルから浸出する汚水を反応槽に送付するポンプ施設も同時に設置する。

(3) 計装、運転監視制御計画

下水処理場の各施設の計装、管理制御の計画を表 7.10 に示す。いずれの下水処理場も既に監視制御設備（Supervisory Control and Data Acquisition：SCADA）を備えており、本事業後も継続して利用可能である。ただし、モニタリングポイントの点数が増えるため、SCADA のソフトウェアを適切な点数に対応したバージョンにグレードアップする必要がある。また、今回の拡張にあわせてサーバーとクライアントのパソコンを更新する。

表7.10 下水処理場に設置する SCADA の概要

汚泥処理設備機器または場所		モニタリング	制御
下水処理場内			
前処理設備	機械スクリーン	スクリーンの前・後水位 状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	パルシャル・フリューム	流入下水流量計測	-
	スクリュウコンベア	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	沈砂池掻き寄せ機	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	砂分離機	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
生物処理設備	曝気槽	水位(HHWL、HWL、LWL) 溶存酸素濃度	-
	水中ミキサー	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	制御バルブ及びゲート	ステータス（開／閉）、故障（有／無）	開／閉
	余剰汚泥貯槽	汚泥レベル（HL、LL）	-
汚泥処理設備	汚泥ポンプ	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	濃縮槽	汚泥レベル（HL、LL）	-
	濃縮槽ミキサー	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	濃縮汚泥ポンプ	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	濃縮汚泥流量計	流量	-
	汚泥遠心脱水機	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	上澄水返送ポンプピット	水位(HHWL、HWL、LWL)	-
	上澄水返送ポンプ	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
その他	上澄水返送流量	流量計測	-
	放流水流量	流量計測	-
	次亜塩素酸ナトリウム注入ポンプ	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	ブロワー	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	コンプレッサー	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
	再利用水ポンプ	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止
下水処理場外 ポンプ場*			
	ポンプ場の流入槽	水位(HHWL、HWL、LWL)	-
	ポンプ	状態（運転中／停止中）、故障（有／無）	起動／停止

*: 下水処理場管理棟内の監視制御室に設置する、処理区内の下水ポンプ場のための監視制御システム。下水処理場の運転管理とは直接関係ないが、下水処理場から制御、モニタリングが行えるようになっている。

出典：調査団作成

第8章 施工・調達計画

8.1 工法検討

8.1.1 SABESP の技術標準と対象地域の関連法規

コンセプト・スタディ及び詳細設計、SABESP 提供資料¹で検討された施工方法に関連する基準として、SABESP の技術標準(Norma Técnica SABESP: NTS)がある。NTS はブラジル国技術規格協会 (Associação Brasileira de Normas Técnicas : ABNT) のブラジル国の規格に準拠する。本事業に関連する主要な NTS を表 8.1 に、記載事項の概要を添付資料 8.1 に示す。詳細設計の施工計画では、各スコープともに主に大分類毎（新設・更新等）の施工順序と施工時の留意点、実工事の概略工程が検討されている。そのため、本調査では稼働継続を前提とした施設ごとの施工ステップ図、設計期間や試運転期間等も考慮した各スコープ個別および全体工程等を提案する。

各市の建築・建設関連法規を表 8.2 に示す。本法規は日本国内における建築基準法に該当するもので、技術的内容には大きな差異はないものの、ライセンスの取得や開発事業の実施に関する手続き等（道路占用許可、高速道路・河川横断許可、排水許可など）は市町村毎の対応となる。

表8.1 本事業に関連する主要な SABESP の技術標準 (Norma Técnica SABESP: NTS)

NTS No.	名称	主な記載事項	制定年
018	プロジェクトの準備、一般的な考慮事項と手順	非開削工法	2017
020	ポンプ場のプロジェクトの検討手順	ポンプ場	2003
021	配水ネットワークの一般事項	配水管（一般）	1999
024	配水ネットワークのプロジェクトの検討手順	配水管（設計）	1999
025	下水収集ネットワークのプロジェクトの検討手順	下水収集システム（全般）	2020
026	下水道幹線、遮集管のプロジェクトの検討手順	下水管網（全般）	1999
027	下水処理場のプロジェクトの検討手順	下水処理場	2014
189	ポリエチレン(PE80-100)による下水収集管網、圧送管の設計	下水収集管網（設計）	2004
190	ポリエチレン(PE80-100)による下水収集管網、圧送管の施工	下水収集管網（施工）	2019
287	デカンタ型遠心分離機による汚泥脱水システムの仕様	汚泥脱水	2011

出典：ブラジル国技術規格協会 (Associação Brasileira de Normas Técnicas: ABNT) に基づいて調査団作成

表8.2 各市の建築・建設事業関連条例

市	条例	名称	制定年
バルチオガ	Lei Municipal 316	建設・建築基準法と関連条項	1998
クバトン	Lei Municipal 2514	建設・建築基準法と関連規定	1998
グアルジャ	Lei Municipal 1259	建築・設備規定と関連規定	1975
イタニャエン	Lei Municipal 31	建築・施設コードの制定	2000
モンガグア	Lei Municipal 2987	開発事業の保護と規制等に関する手続き及び関連条項	2019
ペルイベ	Lei Municipal 123	建設・建築基準法と関連規定	2008
プライアグランデ	Lei Municipal 154	建設事業のライセンス、実施、維持管理等に関する規定	1996
サントス	Lei Municipal 84	建築基準法と関連規定	1993
サンピセンテ	Lei Municipal 314	建設工事の管理と規律及び規範	2000

出典：各市の条例(Lei Municipal)に基づいて調査団作成

¹ Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista(2021年5月)等の協議時の各資料ほか

8.1.2 管路の施工方法

「5.2.3 前段フェーズ事業からの教訓」で整理した通り、前段円借款事業では管路の施工ルートに変更が生じた。それに伴い設計変更作業や当初想定していなかった箇所での推進工法²の採用が必要となり、工事期間の長期化と事業費の増大につながった。そこで本章では、既往資料で計画されている開削工法、非開削工法の適用個所の妥当性を確認する。また、各工法で想定されている施工速度とそれに基づく工事工程、工事の留意事項について新たに検討する。

掘削時の土留め支保工の NTS 規定（管路）を表 8.3 に示す。NTS のその他の主な規定の例を添付資料 8.1 に示す。また、表 8.2 に示す関連法規より、一部の公道では、大規模開削工事が制限されるが、本事業対象範囲に特別な配慮を要する規模の工事はない。また、非開削工法（Métodos Não-Destructivos: MND）は、管種・口径等の各条件に応じた推奨工法（水道・小口径の場合はパイプバースト置換工法、下水道・大口径の場合は土圧式（泥土圧式）推進工法など）が NTS で規定される。本調査では、河川・国道・大型の水路など、適用箇所の妥当性を確認した。各工法の適用箇所の詳細を添付資料 8.2 に示す。

管路の施工期間は、表 8.4 に示すブラジル国の標準的な施工速度と管路延長をもとに表 8.5 に示すように提案する。工事期間は最長 42 ヶ月間（瑕疵担保期間 12 ヶ月を含まず）で、既往計画よりも短期間で実施可能と考える。投入する施工班数は工事対象範囲の広さに応じて設定した。表 8.6 に、例として Anchieta 処理区の工事工程表を示す。他処理区の工程表を添付資料 8.3 に示す。

表8.3 掘削時の土留め支保工の NTS 規定（管路）

土留め支保工	基準深度
不要	$H \leq 1.5\text{m}$
簡易土留め（PONTALETEAMENTO）	$1.5\text{m} < H \leq 2.0\text{m}$
現場状況に応じて個別に検討すること※（SERÁ ESTUDADO CASO A CASO）	$2.0\text{m} < H \leq 2.5\text{m}$

出典：SABESP 提供資料（MEMORIAL DE CÁLCULO DE QUANTIDADES DAS OBRAS DE AMPLIAÇÃO）に基づいて調査団作成

表8.4 ブラジル国の管路工事の標準的的施工速度

工事の種類	標準的な施工速度
開削工事：φ 50～φ 250・HDPE	42～90（m/日）
開削工事：φ 150～φ 300・PVC	40（m/日）
開削工事：φ 400～φ 900・PVC	20～35（m/日）
非開削工事：φ 250～φ 700・ダクタイル鋳鉄管小口径推進工法	9～12（m/日）
非開削工事：φ 150～φ 600・鋼製さや管ボーリング工法（一重ケーシング）	8～18（m/日）

出典：ブラジル国の施工業者へのヒアリング結果に基づいて調査団作成

² 掘削を行わずに管路を敷設する非開削工法のうちの主要な工法の 1 つ

表8.5 本調査で提案する工事期間と SABESP 既往資料及び
SABESP 事前調査の工事期間との比較

対象	延長	班数	施工速度	施工 日数	本調査で提案 する工事期間*1	SABESP 既往資料 (2021)の工事期間*2	事前調査の 工事期間*2
P2 処理区	45.2km	3 班	40 m/日	22 日/月	23 ヶ月	60 ヶ月 (2024 年～2028 年 を想定)	30 ヶ月
Guapiranga 処理区	140.8km	5 班	35 m/日		42 ヶ月		
Anchieta 処理区	55.3km	3 班	35 m/日		34 ヶ月		
Costa do Sol 処理区	37.6km	2 班	27 m/日		27 ヶ月		
送配水管・給水管	32.2km	3 班	30 m/日		24 ヶ月		

注 1: 完工後の瑕疵担保期間 12 ヶ月間はこの工事期間に含まない。注 2: 工事期間は準備工・資機材調達・竣工業務等は含まない。
出典: 調査団作成

表8.6 概略工程表 (Anchieta 処理区)

対象	年 月	1年目				2年目				3年目			
		1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12
準備工・施工図・資機材調達	管路・ポンプ場	■											
ME 5-8, ME 5-12	管路		■	■	■	■	■						
ME 5-1, ME 5-3, ME 5-4, ME 5-5, ME 5-10, ME 5-11	管路				■	■	■	■	■	■			
ME 5-2, ME 5-6, ME 5-7	管路							■	■	■	■		
ME 5-8, ME 5-12	ポンプ場		■	■	■	■	■						
ME 5-2, ME 5-3, ME 5-4, ME 5-5, ME 5-7, ME 5-10, ME 5-11	ポンプ場				■	■	■	■	■				
ME 5-1, ME 5-6	ポンプ場								■	■	■	■	
試運転・竣工業務	管路・ポンプ場												■

出典: Elaboração de estudo de concepção, projetos básicos e executivos de redes coletoras, coletores-tronco, estações elevatórias para ampliação do sistema de afastamento de esgotos de Itanhaém-Peruibe 2-Etapa do P-OL (2014)に基づいて調査団作成

8.1.3 下水処理場および配水池・ポンプ場の施工方法

コンセプト・スタディ及び詳細設計、SABESP 提供資料⁴において、下水処理場および配水池の施工方法について、NTS の基準に準拠した施工方法について解説がされており、一般的な工事内容ごとの基準や実施手順と全体工程に関する整理がされている。本調査では、下水処理場および配水池の施工動線の確認を含む、処理場の継続稼働を前提とした施工ステップ図に加え、設計期間や試運転期間等も考慮した工事工程を新たに提案する。

地盤条件等の基本設計条件については、SABESP による既往調査結果及び本調査における土質調査の結果から、地下水位が高いことによる排水作業が必要なこと、比較的軟弱な地盤に対して的確な山留工が必要なことが確認されたが、その他に特殊な条件はない。

掘削時の土留め支保工の NTS 規定（処理場・配水池）について、表 8.7 に示す。本事業では原則としてこの規定に基づき土留め形式を選定するが、実際の地盤条件を考慮し、掘削深が 2.5 m 未満であってもより安全性の高い連続式土留めを採用した箇所がある。施工動線は、施工対象箇所までの建設重機の動線は敷地内または付近での複数車両のすれ違いも含めて、問題なく確保されていることを確認した。また場内においても、特別に一時通行止めや交通整理を伴う工事工程は発生しないことを確認した。各処理場の場内入口までおよび場内の施工動線に関して、添付資料 8.4 に整理した。

表8.7 掘削時の土留め支保工の NTS 規定(処理場・配水池)

土留め支保工	前処理施設	生物反応槽および汚泥貯留槽
不要	$H \leq 1.5\text{m}$	$H \leq 1.5\text{m}$
簡易土留め	$1.5\text{m} < H \leq 2.0\text{m}$	$1.5\text{m} < H \leq 1.8\text{m}$
不連続式土留め	$2.0\text{m} < H \leq 2.5\text{m}$	$1.8\text{m} < H \leq 2.3\text{m}$
連続式土留め	$2.5\text{m} < H < 3.0\text{m}$	$2.3\text{m} < H \leq 2.8\text{m}$
現場状況に応じた特定工法	-	$2.8\text{m} < H < 3.3\text{m}$

出典: SABESP 提供資料

工事工程は SABESP 詳細設計と類似事例を参考に、施設規模あたりの施工期間を整理した。これに基づく各処理場と配水池の工事期間の提案と SABESP 事前調査との比較を表 8.8 と表 8.9 に示す。工事期間は最長 36 ヶ月間（瑕疵担保期間 12 ヶ月を含まない）で、SABESP 事前調査で未考慮の設計・試運転期間等含めると、4～7 ヶ月延長した。その他の工程表を添付資料 8.4 に示す。

⁴ Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista(2021 年 5 月)等の協議時の各資料ほか

表8.8 本調査で提案する工事期間と SABESP 事前調査の工事期間との比較

対象	市	本調査で提案する工事期間※1	SABESP 事前調査の工事期間※2
P1	ペルイベ市	23 ヶ月	18 ヶ月
P2		22 ヶ月	18 ヶ月
Guapiranga	イタニャエン市	19 ヶ月	12 ヶ月
Anchieta		19 ヶ月	12 ヶ月
Bichoro	モンガグア市	10 ヶ月	5 ヶ月
Barigui		23 ヶ月	18 ヶ月
J-Casquero	クバトン市	16 ヶ月	12 ヶ月
Carvalho	グアルジャ市	12 ヶ月	8 ヶ月
Centro	ベルチオガ市	19 ヶ月	12 ヶ月
Vista Linda		19 ヶ月	12 ヶ月
Boqueirão	ブライアグランデ市	19 ヶ月	24 ヶ月

注 1: 完工後の瑕疵担保期間 12 ヶ月間はこの工事期間に含まれない。注 2: 工事期間には準備工・資機材調達・竣工業務等は含まない。

出典: 調査団作成

表8.9 概略工程表 (Anchieta 下水処理場)

項目	1年目												2年目						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1-準備工・施工図・資機材調達																			
2-土工事(前処理施設)																			
3-前処理施設(新設)																			
4-前処理施設(既設撤去)																			
5-土工事(生物反応槽)																			
6-生物処理:生物反応槽・沈殿分離槽																			
7-消毒施設																			
8-次亜塩素酸タンク																			
9-ブロー室																			
10-汚泥貯留槽																			
11-汚泥引き抜きポンプ																			
12-汚泥処理系統																			
13-ジオバッグ																			
14-調整池																			
15-再生水施設																			
16-コントロールルーム																			
17-外壁・フェンス工事																			
18-試運転・竣工業務																			

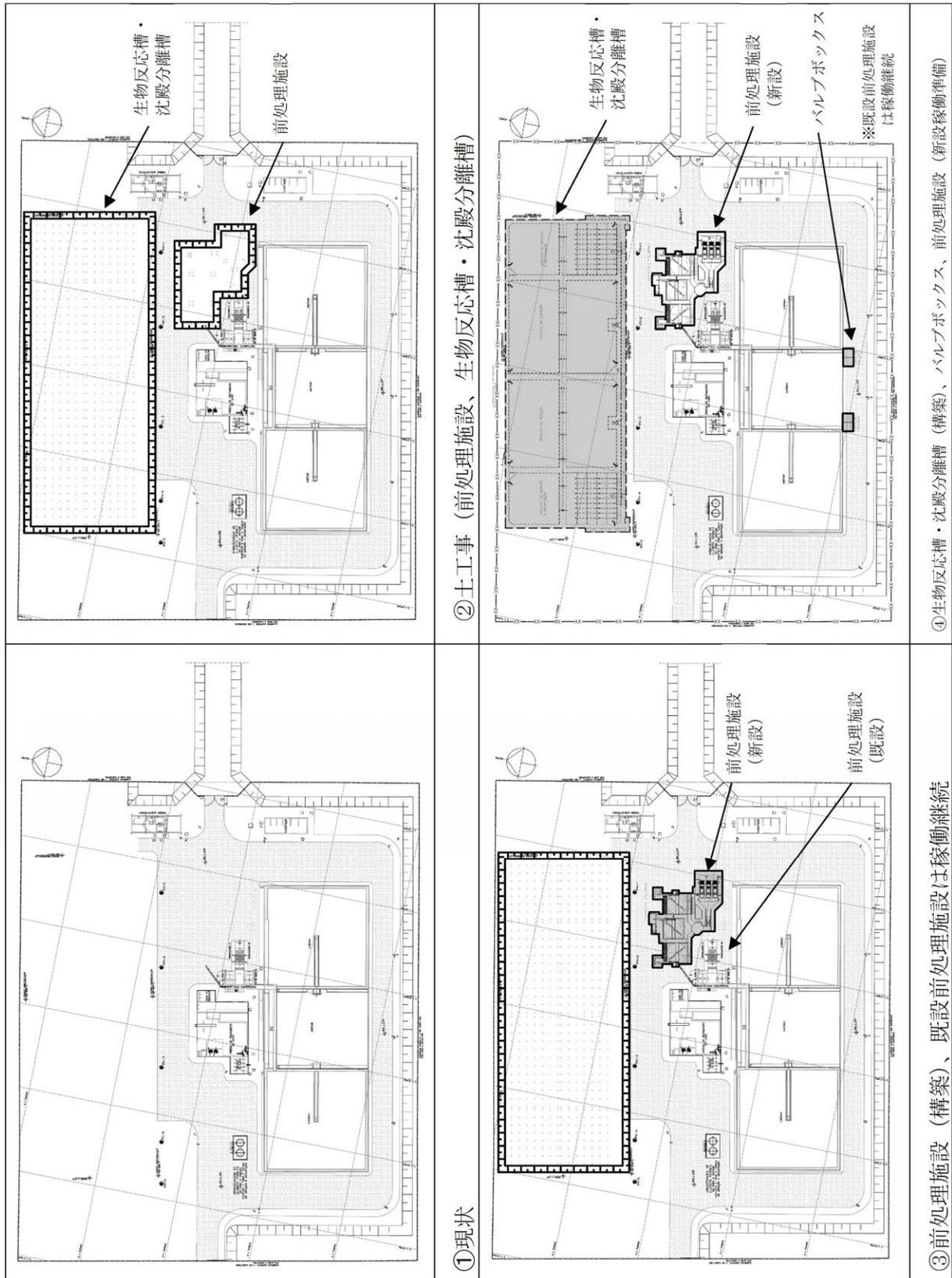
出典: 概略設計と RELATÓRIO DE PROJETO EXECUTIVO FINAL DO PACOTE TÉCNICO - RPE FPT (2019)に基づいて調査団作成

各処理場・配水池の施工ステップ⁵について、Anchieta 下水処理場の施工ステップを図 8.1 と図 8.2 に、その他の施設を添付資料 8.4 に示す。既往資料及び本調査における現場調査の結果から、周辺に住宅等のある処理場でも、現時点でその近傍部での工事は予定されていないことから、周辺影響について特別な配慮を要する施設等は存在しないと判断できる。施工ステップの作成にあたり、既存施設の機能停止や一時的な能力低下を生じさせず、かつ工事完了後に速やかに稼働が可能となる工事手順を検討した。また、既存の前処理施設を撤去し、別の位置に新設の前処理施設を設けるなど、既存施設の撤去と合わせて同様の新規構造物を新設する場合、それに付随する配管工事等の付帯工事に関して、施工手順及び実施上の留意点について、添付資料 8.5 に整理した。

なお、バイシャーダ・サンチスタ地域の建設工事における建設廃棄物は、場所や種類によらず、SABESP がライセンスを取得しているサントス市の指定の廃棄物処理場・埋立地⁶（住所: Rodovia Cônego Domênico Rangoni, Morro das Neves, Santos - SP、最寄の Casqueiro 処理場まで 30km・最遠の P1 処理場まで 110km）に各コントラクターの責任のもとで運搬され、処理・処分される。

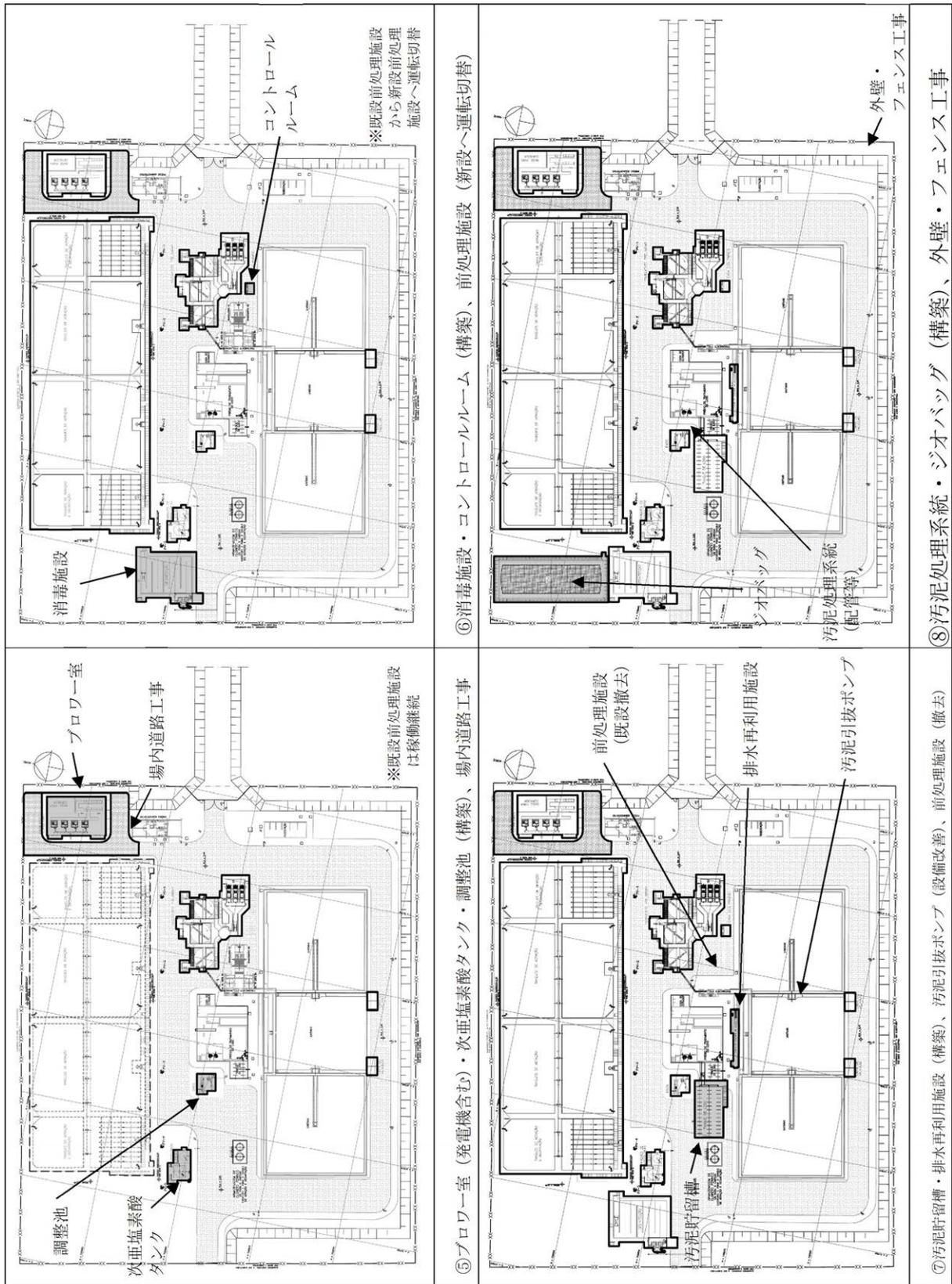
⁵ コンセプト・スタディ及び詳細設計にて作成された設計図をベースに施工ステップを検討した。

⁶ MEMORIAL DE CÁLCULO DE QUANTIDADES DAS OBRAS DE AMPLIAÇÃO (各施設), SABESP, 2018 年 5 月



出典：概略設計に基づいて調査団作成

図8.1 Anchieta 処理場の施工ステップ(1/2)



出典：概略設計に基づいて調査団作成

図8.2 Anchieta 処理場の施工ステップ(2/2)

8.2 施工安全計画

(1) サンパウロ州、バイシャーダ・サンチスタ地域の労働災害

SABESP の安全管理規則 (Gerenciamento da segurança: 全 22 章) のうち本事業に関連する項目を表 8.10 に示す。本調査では、ブラジル国内の労働災害の発生状況に加え、安全管理規則の下での SABESP の事業における事故発生状況及び発生原因、本事業に対する教訓等を整理した。

ブラジル国では 1978 年に労働安全衛生規則 (Lei de Segurança e Saúde Ocupacional) が制定された。その中で、建設業では各社の従業員数や事業内容等に対応した規模の内部事故防止委員会 (CIPA: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) の設置が義務付けられ、内部の現状や問題点の共有、労災統計の収集と原因の究明、労働・社会保障省への報告が行われる⁷。サンパウロ州の労働災害件数は年間 1,000 人あたり 8.7 人 (日本: 11.6 人) で、10 万人あたりの死亡者数は 5.1 人 (日本: 4.4 人) となっている⁸。労働災害の発生件数は日本と大きな相違はないものの、ヘルメットや安全靴等の保護具着用率が低いとの報告⁹もあり、労働災害が全ては申告されていないために件数が少なく計上されている可能性もある。また、労働災害のうち建設業の占める割合は 5.1% で、日本の 11.4% と比較すると低い値となっている¹⁰。サンパウロ州及びバイシャーダ・サンチスタ地域における労働災害統計について、図 8.3 に示す。労働災害の全件数は減少傾向にあるが、上下水道関連の労働災害は減少していない。死亡事故の件数も明らかな減少傾向は認められない。

表 8.10 SABESP の安全管理規則の構成

章番号	章題
1	SABESP の各種工事及びサービス実施における労働安全衛生の総則と各種手続き (申請書類)
7	業務従事者の労働安全衛生トレーニングと能力開発プログラム、産業保健医療管理プログラム
9	掘削作業における安全性の確保
10	電気関係のメンテナンス
13	密閉空間・閉鎖空間における安全性の確保
14	上下水道の配管類の安全な保管・運搬
16	上下水道の配管類切断作業における安全

出典: SABESP 提供資料



※ 上下水道関連の労働災害件数は SABESP 職員ではない現場作業員を含む。また、SABESP が多数を占めるが他事業主体も含む。
出典: INFOLOGO AEAT Estatísticas de Acidentes do Trabalho (<http://www3.dataprev.gov.br/aeat/>), 2018

図 8.3 サンパウロ州、バイシャーダ・サンチスタ地域の労働災害

⁷ ブラジル労働・社会保障省 (<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br>), 2021 年 9 月現在

⁸ INFOLOGO AEAT Estatísticas de Acidentes do Trabalho (<http://www3.dataprev.gov.br/aeat/>), 2018

⁹ ブラジル国の労働災害発生状況 (http://labour.sakura.ne.jp/anei/21kakoku_saigai.html), 労務安全情報センター

¹⁰ INFOLOGO AEAT Estatísticas de Acidentes do Trabalho (<http://www3.dataprev.gov.br/aeat/>), 2018

(2) SABESP の労働災害

SABESP における 2017 年以降の労働災害の発生状況¹¹について、表 8.11 および表 8.12 に示す。表 8.11 および表 8.12 は SABESP 職員のみに関する数値であり、サンパウロ州の上下水道関連の労働災害のうち、約 5%から 15%を占めている。過去 4 年間のうちでは死亡事故は発生していない。しかし、通勤途中等における事故は横ばいである一方で、現場における事故は過去 2 年間で大きく増加傾向にある。事故の種類としては、現場監督中及び作業中の SABESP 職員の傷害事故が約半数の 44%を占めており、これと機械設備事故（26%）で全体の約 70%を占める。この状況も踏まえて、近年の状況として、SABESP は再発防止に向けた対応として定期的に安全管理規則を更新し、全職員および特定の危険作業に従事する職員に向けた安全講習等も実施している¹²。現在実施中の類似事業の中でも大規模な労働災害に関する報告はないものの¹³、本事業では施設を運用した状態での工事が多いため、特に機械設備事故に対する一層の安全配慮が必要となる。

表8.11 SABESP 職員を対象とした労働災害の報告件数

年	現場における事故（各処理場、工事現場、事務所等）	通勤途中などそれ以外における事故
2017	10	3
2018	1	6
2019	18	3
2020	32	2

※SABESP 職員の総数で、現場工事作業に従事する職員も存在する。

出典：SABESP 提供資料(Acidentes do trabalho ACT TB, Acidentes do trabalho APS TB)に基づいて調査団作成

表8.12 SABESP における労働災害の分類

事故の種類	事故の占める割合
感電事故（PV プラグの職員の足への接触など）	2%
衝突事故（高速道路上の動物と車両の衝突、重機同士の衝突など）	2%
動物事故（犬などの生物に噛まれるなど）	2%
傷害事故（型枠やハンマーで指への傷害、釘やセメントとの接触による足への傷害など）	44%
落下事故（足場からの転落、従業員の上の上にコンクリートカバーが落下など）	5%
機械設備事故（動作中の機械類への接触、設備のメンテナンス不足に起因する事故など）	26%
その他事故（コンクリートミキサー車の転倒、化学薬品との接触による火傷、倒木被害など）	19%

出典：SABESP 提供資料(Acidentes do trabalho ACT TB, Acidentes do trabalho APS TB)に基づいて調査団作成

(3) 本事業における安全配慮（JICA の安全指針と調査団の提案）

本事業の実施にあたり、SABESP の安全管理規則の遵守を前提として、JICA の安全指針にも準拠した工事の実施を提案する。具体的には、各工事の仕様書において、安全衛生に関する以下の文書の中から、SABESP の規則を補う要綱を取り込む。

- 「ODA 建設工事安全管理ガイダンス」: ODA による公共施設等の建設事業における労働災害及び公衆災害の防止を図るため、安全管理における基本方針及び具体的な安全施工に関する技術指針等を示したものの¹⁴

¹¹ SABESP 提供資料（Acidentes do trabalho ACT TB, Acidentes do trabalho APS TB）

¹² SABESP 安全管理規則（Gerenciamento da segurança）

¹³ SABESP 提供資料（Acidentes do trabalho ACT TB, Acidentes do trabalho APS TB）

¹⁴ JICA 公開資料(https://www.jica.go.jp/activities/schemes/oda_safety/ku57pq00001nz4eu-att/guidance_ja.pdf)

- 「JICA 安全標準仕様書 (JSSS)」(2021年2月): 円借款事業の入札及び契約図書の仕様書の一部である安全仕様書の一部を構成するもので、建設工事の遂行にあたって請負者が遵守すべき最低限の安全衛生の要求事項を規定したものの¹⁵

8.3 主要資機材の調達先と調達ルート

8.3.1 一般資機材

コンセプト・スタディ及び詳細設計、SABESP 提供資料¹⁶において、一般資機材の調達先及び調達ルートについて具体的な整理はされていない。また、SABESP の調達ガイドライン (Diretriz normativa de pre-qualificação de materiais e equipamentos da SABESP) ¹⁷では事業者の選定に関してのみ整理されている。従って、本調査では各資機材の調達先及び調達ルートを整理する。

バイシャーダ・サンチスタ地域で類似事業の実績のあるコントラクターにヒアリングした結果、土木工事に係る建設資材は、表 8.13 および「2.3 基盤インフラ」の図 2.5 に示す通り、同地域内で調達可能であることが確認できた。ただし、一部建設機械および仮設資材は契約コントラクターによってサンパウロ市内または近傍の大都市からの調達となる可能性がある。広大な国土面積を有するブラジル国では、「2.3.1 交通」の表 2.7 に示す通り、国内交通手段は陸路 (SP150・SP160・SP55・SP61) が主である。

表8.13 一般資機材および建設機械の調達先

分類	調達先	備考
土木・建築工事の資材	-	-
砂、砂利、石	バイシャーダ・サンチスタ地域	各市内で調達可能
セメント	バイシャーダ・サンチスタ地域	
アスファルト混合物	バイシャーダ・サンチスタ地域	
鉄筋	バイシャーダ・サンチスタ地域	
一般鋼材	バイシャーダ・サンチスタ地域	
一般木材	バイシャーダ・サンチスタ地域	
仮設資材	バイシャーダ・サンチスタ地域、またはサンパウロ市内	一部コントラクターでは市内調達の可能性が有る
建設機械	バイシャーダ・サンチスタ地域、またはサンパウロ市内	

出典: 調査団作成

8.3.2 特殊資機材

本調査における特殊資機材とは、「8.3.1 一般資機材」で挙げた一般土木・建築工事の基本的な資機材と異なり、下水処理場、ポンプ場、配水池、各管路など上下水道事業で用いられる特殊な資機材を指す。コンセプト・スタディ及び詳細設計、SABESP 提供資料¹⁸では、特殊資機材の調達ルートについて、資機材ごとに複数社から見積を取得している。一部の資機材ではブラジル国外

¹⁵ JICA 公開資料(https://www.jica.go.jp/activities/schemes/oda_safety/ku57pq00001nz4eu-att/specific_01.pdf)

¹⁶ REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS ECRITÉRIOS DE MEDIÇÃO (SABESP の価格・方法に関するクライテリア) ほか

¹⁷ PO-SU0034-Qualificação de Fornecedores (サプライヤーの適格性評価) のバージョン 2 に該当 (2019年4月制定)

¹⁸ REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS ECRITÉRIOS DE MEDIÇÃO (SABESP の価格・方法に関するクライテリア) ほか

企業も含めた複数社からの見積もりが取得されているが、全ての資機材についてブラジル国内企業または海外企業のブラジル国内子会社からの見積もりが得られている。

前段事業を含む SABESP の類似事業の事例から、本事業で使用される主要な特殊資機材の調達先を表 8.14 及び表 8.15 に示す。下水処理場、ポンプ場、配水池、管路などの工事で使用される特殊資機材は全てブラジル国内で調達可能であり、SABESP も国外からの輸入は想定していない¹⁹。前段事業においても、総事業費 136,687 百万円のうち外貨の支払いが発生したのはコンサルティング・サービスの 707 百万円のみで、残りの 135,980 百万円は全て内貨²⁰であった（添付資料 8.6）。

各資機材の運搬に関しては、通常各コントラクターが各工事現場まで、「2.3.1 交通」及び「8.3.1 一般資機材」で記載した主要な国道から搬送する。なお、仮に何らかの資機材が輸入品となった場合は、サントス湾から SP248 を通って各工事現場まで搬送される。

なお、本邦企業である荏原実業の現地子会社 EBARA Bombas America do Sul Ltda. は現地で各種ポンプを製造しており、本事業での調達先となる可能性がある。

表8.14 主要機器の主な調達先

No.	機器	調達先 1	調達先 2	調達先 3	調達先 4
1	微細気泡散気装置	<u>Acquamec</u>	B&F Dias	Biosis	
2	粗気泡散気装置	B&F Dias			
3	循環式集砂装置	<u>Acquamec</u>			
4	機械式チェーンハロー（多池用）	<u>Acquamec</u>	<u>Nordic Water</u>		
5	プレート式フィルター	<u>Acquamec</u>			
6	スクリュコンベア	<u>Acquamec</u>	<u>Nordic Water</u>		
7	定量ポンプ	Vibropac	<u>ProMinent</u>	<u>Emec</u>	
8	スクリュポンプ	<u>Netzsch</u>	Valge	Geremia	
9	遠心分離機（汚泥脱水）	<u>Andritz</u>	<u>Pieralisi</u>		
10	水中ミキサー	Helibombas	<u>Sulzer</u>	<u>Wilo</u>	<u>Xylem</u>
11	汚泥除去装置	RSS	<u>Tsurumi</u>		
12	ブロワー	<u>Atlascopco</u>	<u>Gardner Denver</u>	<u>Kaeser</u>	<u>Aerzen</u>
13	流量計・送信機	Conaut	Digitrol	<u>Emerson</u>	<u>Siemens</u>
14	遠心ポンプ	<u>KSB</u>			
15	ゲート	Sigma			
16	凝集剤注入設備	Vibropac	<u>ProMinent</u>	CDC Equipamentos	GR Equipamentos
17	遮水シート	<u>Maccaferri</u>			
18	パーシャルフリューム	Hidrometer	Incontrol	Techmeter	

※下線はサンパウロ州内に支社等のある外国籍企業、波線はサンパウロ州以外のブラジル国内に支社等のある外国籍企業

※二重線は表 8.16 で記載するブラジル国外企業

出典：収集資料に基づいて調査団作成

¹⁹ 調達計画に関する SABESP ヒアリング結果

²⁰ Project Completion Report: SANITATION IMPROVEMENT PROJECT FOR BAIXADA SANTISTA METROPOLITAN REGION, Foreign currency portion and local currency portion

表8.15 主要資材(管路)の主な調達先

No.	資材	調達先 1	調達先 2	調達先 3	調達先 4	調達先 5
1	ステンレス鋼管	Carbinox	Aços Caporal	Elinox	TCA Inoxidaveis	Internox
2	鋳鉄管	Good Steel	<u>Saint Gobain</u>	Caetano	Antares	
3	強化ポリエステル管	Cogumelo	Stillglass	Tech composites	Fibrav	
4	塩化ビニル管	VW	Axon	Rotoform		
5	硬質塩化ビニル管	Axon	Rotoform			
6	ポリエチレン管	Tecnoplastico Belfano	Sanegold	Corr Plastik	Hidrorema	Plastolandia
7	炭素鋼鋼管	<u>Maccaferri</u>	Centerval	Flanjaço		

※下線はサンパウロ州内に支社等のある外国籍企業、波線はサンパウロ州以外のブラジル国内に支社等のある外国籍企業

※SABESP の詳細設計では国外企業からの資機材調達は想定していない

出典: 収集資料に基づいて調査団作成

SABESP の詳細設計における特殊資機材に関する見積は、一部の高額な資機材または SABESP 内の単価の規定がない資機材に関して取得しており、表 8.16 に示す特殊資機材は、ブラジル国外企業から見積が取得されている。SABESP の詳細設計において最終的な整理とされた事業費の中で、どの資機材の価格が採用されているかは非公開であったが、仮に全ての機器が採用されていた場合であっても、この金額は関連する付帯工事費も含めて、該当する下水処理場の総工事費の 2%未満であり全体工事費への影響は小さいことを確認している。また、一般にブラジル国の資機材が他国の同様の資機材と比較して耐用年数等が劣るといふ懸念はなく、長期的視点でも他国の資機材が優位であるということはない²¹。

表8.16 SABESP 詳細設計においてブラジル国外からの見積が取得されていた資機材

No.	資材	該当スコープ	調達先 / 国名	資機材額の目安 (R\$)
1	汚泥除去装置	Vista Linda	Tsurumi / 日本	R\$ 85,947
2	水中ミキサー	Vista Linda	Xylem / アメリカ合衆国	R\$ 214,489
3	水中ミキサー	Guapiranga	Xylem / アメリカ合衆国	R\$ 221,908

出典: 各処理場の RELATÓRIO DE PROJETO EXECUTIVO FINAL DO PACOTE TÉCNICO - RPE FPT 等に基づいて調査団作成

特殊資機材の価格に関して、「12.3 価格高騰可能性の検討及び感度分析」で記載する通り、COVID-19 の影響により、市場供給量の不足やそれに伴う価格高騰が本事業期間中に生じる可能性は依然として残る。しかしながら、「2.1.4 公衆衛生及び COVID-19 の感染状況とその社会影響」で記載した社会影響は減少傾向にあり²²、経済影響も克服とは言えないまでも最悪期を過ぎて改善に向かう状況にある²³。SABESP へのヒアリング調査の中でも本事業の懸念事項の一つとして認識はされているものの、実施中のきれいな波プログラムの Stage2 Phase1 やその他事業の実施状況を踏まえた上で、本事業に与える影響に関する具体的な内容は挙げられていない。特に、ブラジル国内の資機材不足に伴う国外からの輸入による工事費の増大や工期の延長等は想定されない²⁴。

なお、現時点で本事業において適用の予定はないが、SABESP から建設業者への資機材の供与がある場合には、サントス市にある SABESP の資機材倉庫 060²⁵ (住所: Avenida dos Portuários, 1040 - Santos、最寄の Casqueiro 処理場まで 23 km・最遠の P1 下水処理場まで 110 km) から該当する資機材が直接搬送される。

²¹ 調達計画に関する SABESP ヒアリング結果

²² サンパウロ州でワクチン接種が義務付けられてから、感染者数・死者数が大幅に減少し、経済活動制限が緩和されている。

²³ ブラジル国の景気は予想外の堅調 (<https://www.dlri.co.jp/report/macro/155313.html>)、第一生命経済研究所,2021年6月

²⁴ 調達計画に関する SABESP ヒアリング結果

²⁵ MEMORIAL DE CÁLCULO DE QUANTIDADES DAS OBRAS DE AMPLIAÇÃO (各施設), SABESP, 2018年5月

第9章 ジェンダー主流化ニーズ調査・分析

9.1 対象地域のジェンダー課題

9.1.1 ブラジル国のジェンダー政策・制度と課題

1988年に設定されたブラジル連邦共和国憲法には、「男女はこの憲法の下で同等の権利と義務を有する」と明示され、現在では法律上は完全な男女平等が保障されている。例えば労働法では、雇用における男女差別を禁止し、同一労働同一賃金が義務付けられている。職場でのセクシャルハラスメントに対する法律も非常に包括的である。選挙法では、政党が擁立する比例代表制候補者にクォータ（割り当て）制を設定するとともに、違反には罰則も設けている¹。ジェンダー平等に対する基盤やガイドラインも既に確立されている。

しかし現実的には女性を排除する差別的な慣行が根強く残っている。世界経済フォーラムが示すジェンダーギャップ指数2021は日本の120位より上位ではあるが、93位²、ラテンアメリカ・カリブ諸国26か国中25位と低く、深刻なジェンダー課題が存在していると評価されている。

表9.1 ジェンダーギャップ指数比較(2020年)

国	順位	ジェンダー ギャップ指数
アイスランド	1	0.892
ニカラグア(中南米一位)	12	0.796
アルゼンチン	35	0.752
ブラジル	93	0.695
グアテマラ(中南米最下位)	122	0.655

出典：世界経済フォーラム「Global Gender Gap Report 2021(2021)」を基に調査団作成。

教育分野では、若年層（15～24歳）の識字率は男女ともに99%、大学以上の高等教育卒業・修了者の半数以上は女性³等、ジェンダーギャップは解消されてきているが、経済的及び政治的な機会と参加分野での遅れが顕著である。例えば、男女の賃金格差は根強く存在し、女性の賃金は男性よりも平均で29%低いという研究結果もある⁴。また上院の議席の女性の占める割合は14.8%で、女性の政治的地位向上部門では194か国中150位⁵である。さらに職場での上下関係、学校等の公共の場でのセクシャルハラスメントは根強く存在し、ドメスティックバイオレンス(DV)や思春期女性の妊娠・出産が多い事等も女性の社会・政治への参加に影響を与えていると考えられ

¹ 法9.504、第10.3条にて、同性の候補者の割合を30%～70%の範囲内と規定している。IDEA情報ポータルサイト情報「GENDER QUOTAS DATABASE」。https://www.idea.int/data-tools/data/gender-quotas/country-view/68/35 (2021年5月17日)

² 世界経済フォーラム。「Global Gender Gap Report 2021 (2021)」

³ 世界銀行情報ポータルサイト情報。https://data.worldbank.org/indicator/SE.ADT.1524.LT.FE.ZS?locations=BR
OECDウェブサイト情報。https://research.swe.org/2019/06/brazil-higher-education/ (2021年5月17日)

⁴ IADB。「The Gender Pay Gap in Brazil: It Starts with College Students' Choice of Major (2021)」

⁵ 世界経済フォーラム。「Global Gender Gap Report 2021 (2021)」

る⁶。このジェンダーギャップはブラジル国内でも地域と人種によっても大きな差があり⁷、地域に特有なジェンダー課題を特定することが重要である。

9.1.2 ブラジル国の水・衛生分野におけるジェンダー課題

基本的な衛生環境の欠如は社会全体に悪影響を及ぼす。特に女性にはより大きな影響を与え、ブラジルでは男女不平等を悪化させる要因のひとつとなっている。

2016年に実施された調査⁸では、ブラジルでは2,700万人の女性（4人に1人）が基本的な衛生サービスを十分に利用できておらず、そのほとんどは若年層の黒人女性である。衛生サービスの欠落により最も影響を受けるのは健康で、2018年に水系疾患で入院した女性は男性より1万人多い12万461人に上り⁹、女性の欠勤率、欠席率、死亡率へも影響を与えるのみならず、女性の生産性や収入にも大きく影響を及ぼしている。家庭での水不足や衛生状況の悪さにより家族が疾病に罹患することにより、女性は男性よりも生産性に10%大きい影響を受ける¹⁰としている。衛生サービスへのアクセス普及により、女性一人当たり年間平均321レアルの収入増加をもたらし、国の経済に年間120億レアル以上の利益をもたらすと試算されている¹¹。

都市部の貧困地域等、給水や衛生サービスが行き届いていない地域において女性が水汲みやトイレ使用のために戸外へ出なければならない場合には、ジェンダーに基づく暴力（GBV）等の安全面での不安に直面するリスクが高い。また家事や学校への出席などの日常活動にも支障をきたし、心理的・身体的なダメージにも繋がっている。

9.1.3 社会調査の結果から伺える対象地域の現状・課題

(1) 家庭の置かれている状況

前述のとおり、ブラジルにおける女性の平均収入は男性の平均収入よりも低いことが知られているが、本調査で事業対象地域において実施した社会調査によっても対象地域においてその傾向がみられた。表9.2は、社会調査地域の女性世帯主世帯と男性世帯主世帯の1人当たりの平均月収を示す。対象地域においても女性世帯主世帯の1人当たりの平均月収は男性世帯主世帯の約3分の2しかなく（約30%低い）、上述の値とほぼ一致する。さらに、最も高いアジア系男性世帯主世帯と黒人女性世帯主世帯の差は2倍以上である¹²。ジェンダーと民族の違いにより家庭の経済状況が大きく異なるブラジルの特徴が対象地域においても明確に表れた。

⁶ 世界銀行ウェブサイト情報。"What Does It Mean to Be a Woman in Brazil? The Answer Will Surprise You". <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2017/03/08/ser-mujer-brasil> (2021年5月17日)

⁷ 同上

⁸ BRK Ambiente, Instituto Trata Brasil. 「Mulheres & Saneamento (2018)」

⁹ Instituto Trata Brasil. "Painel Saneamento Brasil". <https://www.painelsaneamento.org.br/> (2021年5月17日)

¹⁰ BRK Ambiente, Instituto Trata Brasil. 「Mulheres & Saneamento (2018)」

¹¹ 同上

¹² 先住民族系世帯はそれよりも低くなっているが、これは男性世帯主世帯1、女性世帯主世帯2の合計3世帯のみとサンプル数が少なく、参考情報とする。

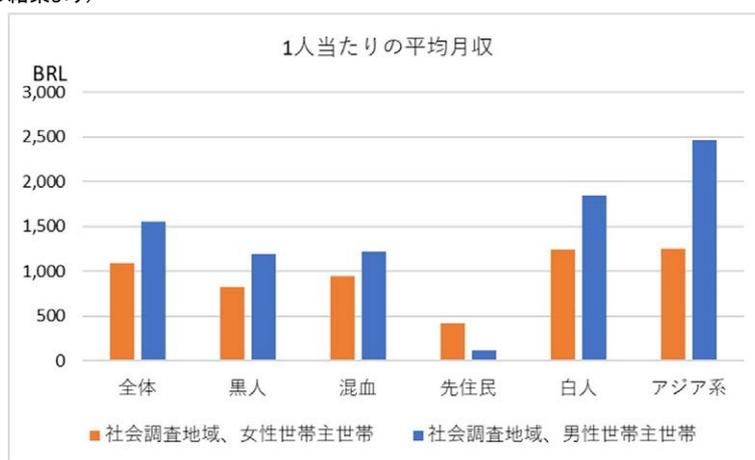
表9.2 一人当たりの平均月収(リアル)

項目	全体	黒人	混血	先住民	白人	アジア系
社会調査地域、女性世帯主世帯	1,092	827	947	417*	1,233	1,250
社会調査地域、男性世帯主世帯	1,557	1,195	1,219	117*	1,848	2,464
社会調査地域全体	1,302	980	1,073	317*	1,502	1,718
ブラジル全土 (2019)**	1,406	1,000	977	-	1,948	-
サンパウロ州(2019)**	1,889	1,201	1,187	-	2,326	-
サンパウロ州女性(2019)*	1,910					
サンパウロ州男性(2019)*	1,871					

*男性世帯主世帯1、女性世帯主世帯2の合計3世帯のみの情報であるため、参考情報とする。

**ブラジル地理統計院 (IBGE) Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (2019)

出典: 調査団(社会調査の結果より)



出典: 調査団(社会調査の結果より)

図9.1 社会調査対象世帯における一人当たりの平均月収(リアル)

一方、所得が低いことが理由で SABESP から上下水道サービスに対し安い料金単価が適応されていると答えた家庭はわずかで、女性世帯主家庭では 0.74 %、男性世帯主家庭では 0.46%といずれも 1%以下と低かったが、女性世帯主世帯の方が多い¹³。

水およびトイレへのアクセスについては、調査を実施した家庭においては、これらへのアクセスが欠落している家庭はほぼ無かった。水に関しては、SABESP の給水サービスを受けていない家庭が全体で 2.7%であるが、そのほとんどは自宅に井戸があるか、隣家等への接続（不正なものも含む）により生活用水を確保していた。多くの途上国で当該分野のジェンダー課題とされている女性の水汲み労働やトイレの安全・衛生・維持管理に関する課題は、調査結果からは確認できなかった。また、下水道への戸別接続がない地域においても、腐敗槽の掃除等はサービス業者に発注するのが慣習となっており、女性に労働が課せられるという問題は見られなかった。

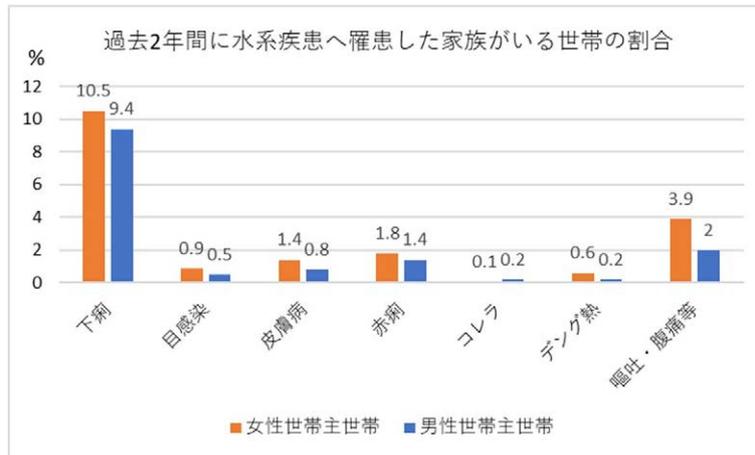
表 9.3 および図 9.1 に、過去 2 年間に水系疾患へ家族が罹患した家庭の割合とその疾患を示す。女性世帯主世帯、男性世帯主世帯の両方の世帯で 85%以上が過去 2 年間罹患無しと答え、それ以外の世帯では、下痢、嘔吐、腹痛等が多い。ほんの少しではあるが女性世帯主世帯の罹患率がすべての疾患においてより高い結果となった。これは女性/母親としてのジェンダー役割である「家族の健康管理の意識の高さ」に基づく差か、あるいは保健分野でのジェンダーギャップによるものかはこの調査からは分析できなかった。

¹³ 人種/民族による差は特に見られなかった。

表9.3 過去2年間に水系疾患に罹患した家族がいる世帯の割合（％）

	罹患なし	下痢	目感染	皮膚病	赤痢	コレラ	デング熱	嘔吐・腹痛等
女性世帯主世帯	85.2	10.5	0.9	1.4	1.8	0.1	0.6	3.9
男性世帯主世帯	88.1	9.4	0.5	0.8	1.4	0.2	0.2	2.0
差	-2.9	1.1	0.4	0.5	0.4	-0.1	0.4	1.9

罹患疾病に対しては複数回答あり
出典：調査団(社会調査の結果より)



出典：調査団(社会調査の結果より)

図9.2 過去2年間に水系疾患へ罹患した家族がいる世帯の割合

(2) 家庭における給水・衛生に関するジェンダー役割

一般的に、多くの社会で男女に課せられている役割と責任の違いが伝統的、社会的に異なり、給水・衛生分野と深い関係がある食事の支度、家族の衛生管理、病人や高齢者の世話、掃除、洗濯等の労働は女性の仕事と見なされ、女性が中心的な役割を果たすことが多い。従ってそれぞれの社会における給水・衛生分野の状況が与える影響も男女により異なり、ゆえにニーズも異なる。

事業対象地域においても当該分野においてこれらジェンダーによる社会的役割やニーズの違いがあるか把握するため、社会調査にて情報収集を行った結果、家庭での役割分担については同様な傾向があることが示唆された。他方、ニーズについては男女間で明確な差は見られなかった。以下調査の結果を示す。

表 9.4 は、住民に対し上水道サービスの欠落や、断水、水圧や水質の低さ等を含む問題が、個人や家庭の生活に与える負の影響を問うた結果を男女別に示したものである。女性の回答者の35%が家事に影響すると答えているが、男性では20.3%に止まっており、男女による最も大きな差が見られた。これらは女性が家事に対して中心的な役割を果たしていることを示唆すると考えられる。また「分からない、答えられない」と答えた男性は女性よりも多く、家庭における水に対する関心が女性に比べて低いと言える。他の項目では男女で大きな差は見られなかった。なお全体の30%以上が、特に負の問題は感じないと答えている。

表9.4 水に関する問題が与える負の影響

負の影響の内容	女性(%)	男性(%)	男女差(%)	全体(%)
負の影響を感じない	30.0	31.4	-1.4	30.6
家事（掃除、洗濯、料理、育児、病人や高齢者の世話、家畜や植物の世話等）	35.0	20.3	14.7	28.1
衛生、入浴	19.2	19.8	-0.6	19.5
健康	1.9	1.9	0.0	1.9
ストレス、精神的な影響	2.7	1.6	1.1	2.1
一般的な影響（不特定多数 12.9、全般的に影響 4.8）等	13.1	12.8	0.3	12.9
生活の質	8.5	8.8	0.3	8.6
経済的側面（水の購入、電気代、水道料金）等	1.4	1.9	-0.4	1.6
その他	2.7	1.8	0.9	2.2
わからない、答えられない	11.3	16.7	-5.4	13.9

出典：調査団（社会調査の結果より）

表 9.5 は、上下水道サービスに関し重要だと思う点を問うた質問の結果であるが、様々な側面に対し感じる重要度（すなわちニーズの高さ）に男女による差はほとんど見られなかった。

表9.5 上下水道サービスに関する側面に対する重要度

性別	安全でおいしい水	妥当な料金	途切れない安定供給	迅速な修繕	安定供給を 保証する水 源の確保	環境に負の 影響を与え ない	清潔で質の 高い生活レ ベルの提供	大雨でも機 能を保持
女性	9.5	9.2	9.2	9.2	9.3	9.5	9.5	9.4
男性	9.4	9.0	9.2	9.1	9.3	9.4	9.4	9.3
男女差	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1

それぞれの項目について、重要度を0～10で表すよう問う質問に対する回答の平均値。10に近いほど重要度が高い。

出典：調査団（社会調査の結果より）

9.2 実施機関におけるジェンダー主流化のとりくみ

SABESP には、明記されたジェンダー政策は存在していない。ただし「Code of Conduct and Integrity（行動規範と誠実）」には、経営陣、管理職、従業員、サプライヤー、パートナー等関係者すべての人が、各自の出身、人種、性別、肌の色、性的指向、年齢、宗教等に基づく偏見を持たず、専門的で礼儀正しく職務を遂行するのみならず、能動的に積極的にそれらの偏見や不公平と闘う役割を果たすべきと明記されている。また、セクシャルハラスメントに対してもモラルハラスメントとともに禁止し、さまざまなレベルで暴力や男女の不平等をなくすことを目指しそれぞれの役割を果たす様示されている。

SABESP 女性スタッフによると、雇用や昇進、報酬等に対する男女の差別はなく、女性は男性と同等に活躍しており、それにより組織も大きなメリットがあるとのことである。データで見ると、表 9.6 に示すとおり女性職員および女性の新規雇用は全体の 20%弱で全体に占める比率は多くない。一方で女性管理職の比率は全管理職のうち 22~24%と、女性従業員が全体に占める割合よりも高く女性の昇進機会は男性同等以上であると言える。さらに、従業員に対する研修機会も男性よりも女性の方が高い結果となっている¹⁴。

表9.6 SABESP における女性管理職および従業員の状況

	2018 年	2019 年	2020 年
従業員数 (人)	14,449	13,945	12,806
新規雇用人数 (女性) (人)	1019 (169)	145 (26)	62 (12)
女性従業員の割合 (%)	19.8	19.8	19.4
女性管理職の割合 (%)	22.3	24.1	26.0

出典：SABESP Sustainability Report 2020

他方、カスタマーサービスや社会的活動に関しては、ジェンダー配慮がなされている情報は得られなかった。スタッフからもジェンダー配慮に関する情報は得られなかった。

9.3 事業枠組み内でのジェンダー課題への対応の活動

本事業実施において、対象地域の女性が平等な利益を受けることを保証するために、本事業の枠組み内で実施すべきジェンダー課題の解消に向けた活動を以下のように検討した。

- 本事業実施による水道水の安定供給や衛生環境の改善は、家庭において水と衛生に関する主要な責任者である女性のニーズや課題に対処する。特に社会調査でも指摘された女性の家事への負担や自身や家族の精神面も含めた健康管理への不安の軽減に大きな貢献を果たすと考えられ、事業の確実な実施がジェンダー課題へ対応するものと考えられる。
- 事業対象地域においては女性世帯主世帯が過半数を占めており、その平均収入は男性世帯主世帯よりも低い傾向がある。しかし 3 章に示される様に、SABESP の上下水道サービスは、家庭利用者向けの料金体系において収入や世帯の種類等によりカテゴリー分けを行い、条件に当てはまれば低い料金単価を適応する設定となっている。従って、収入が低い世帯女性世帯主世帯も男性世帯主世帯と平等に配水及び下水道サービスの利益を受けることが

¹⁴ SABESP Sustainability Report 2019

できる。

- SABESP のジェンダー主流化に対する取り組みは、雇用面においては女性職員の比率は全体の 20%であり人口に占める女性の比率に比べて著しく少ないが、女性マネージャーの割合は女性職員の比率よりも多い 25%強と出世に対しての差別は見られない。また報酬も同一労働同一賃金制は守られている。セクシャルハラスメントや差別を明文化して禁止する等の対策が取られジェンダー主流化に向けた努力されている。他方、SABESP の顧客対応や社会貢献プログラムにおいてジェンダー配慮に関する情報は得られなかった。対象地域は、バイシャーダ・サンチスタ地域の他の地域と同様に女性世帯主世帯が多く、その所得は男性世帯主世帯に比べて低い状況にある。これを踏まえ、今後は（潜在的な顧客も含め）顧客のおかれている情報収集に努め、家庭において水と衛生に関する主要な責任者である女性や社会的弱者のニーズや課題に対し、より敏感に対応するカスタマーサービスや社会貢献プログラムを計画・実施することが望まれると考える。
- 事業実施段階においても、UGP、コンサルタントも含め、女性の参加の促進や確保を行う努力が必要である。さらに、女性の積極的な雇用や賃金（同一労働同一賃金）システム、女性労働者への配慮（女性用休憩所やトイレの設置等）、セクシャルハラスメント防止等をコントラクター契約書に明記し、工事現場においてもジェンダー平等を担保することが重要であると考え。

以上の考察にもとづき、本事業の枠組み内で実施すべきジェンダー課題の解消に向けた活動として以下を提案する。

- 対象地域の給水および衛生環境の向上を実現する本事業を確実に実施することにより、人口の 50.8%を占める女性の当該分野へのニーズやジェンダー課題へ対応する。
- 女性と社会的弱者のニーズや課題に対し、より敏感に対応するカスタマーサービス、PR 方法、社会貢献プログラムを事業内で計画・実施する。
- 事業のすべてのフェーズを通じて十分なジェンダー配慮が為される様な組織構造を維持する。具体的には、SABESP が本事業実施のために設立する事業実施ユニット（Unidade Gerenciamento do Projeto : UGP¹⁵）とコンサルタントに可能な限り女性を含める、コントラクターの契約書に女性の積極的な雇用、労働者への配慮、同一労働同一賃金等のジェンダー配慮事項を明記し実施を担保する。

¹⁵ 事業実施ユニットの体制と役割については 14 章 14.2.2 節参照

9.4 ジェンダーアクションプラン

上記事業の枠組み内で実施すべきジェンダー課題の解消に向けた活動の分析を受けて、以下のジェンダーアクションプランを提案する。表 9.7 に実施すべきアクション、予想されるアウトプットと指標、責任の所在および実施時期を示す。

表9.7 ジェンダーアクションプラン

アクション	アウトプット	指標	責任者	時期
事業実施により、対象地域の給水および衛生環境の向上を実現する。これにより、対象地域の男性・女性の両方が安全な水を確保し衛生環境を向上する。ひいてはジェンダー課題への対応へ貢献する。	対象地域の 185 万人 (2018年) (その50.8%が女性) の給水および衛生環境の向上が実現される。SABESP 上下水道サービスへの満足度が事業実施地域において向上する。	事業実施地域の住民の SABESP 上下水道サービスへの満足度において「非常に満足」と「満足」と答える人の割合 (%)	SABESP (T 総局) UGP	準備・実施・供与段階
事業のすべてのフェーズを通じて十分なジェンダー配慮が為される様な組織構造を維持することを UGP の責任において実施する。	コンサルタントの TOR にジェンダー配慮が含まれる。	コンサルタント TOR におけるジェンダー配慮の記載の有無	UGP	準備・実施段階
UGP とコンサルタントに可能な範囲で女性を含める。	複数の女性職員が UGP に配置され、女性のコンサルタントが雇用される。	UGP の女性メンバーの人数 (人) 女性コンサルタントの人数 (人)	SABESP (T 総局) UGP	準備・実施段階
女性と社会的弱者のニーズや課題に対してより敏感に対応するため、カスタマーサービスや UGP において市民との窓口になるチームに女性を配置する等のジェンダー配慮を行う。	カスタマーサービスや UGP の環境社会配慮チームに女性職員が配置される。	新しく配置された女性職員の数 (人)	SABESP UGP	実施段階
ブラジルの労働法に従い、すべてのプロジェクト活動に従事する女性の平等が確保される様に、コントラクターの契約書の中に、女性の積極的な雇用、労働者への配慮、同一労働同一賃金等につき明記する。	事業のすべての活動に関与する女性は、雇用と報酬の面で男性と同等に扱われる。またジェンダー別の考慮事項が、コントラクターの契約書に明記され、理解・実行される。	契約書の中のジェンダー配慮明記 (有無) と実施 (有無)	SABESP (T 総局) UGP	準備・実施段階

出典：調査団 (社会調査の結果より)

第10章 環境社会配慮

10.1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

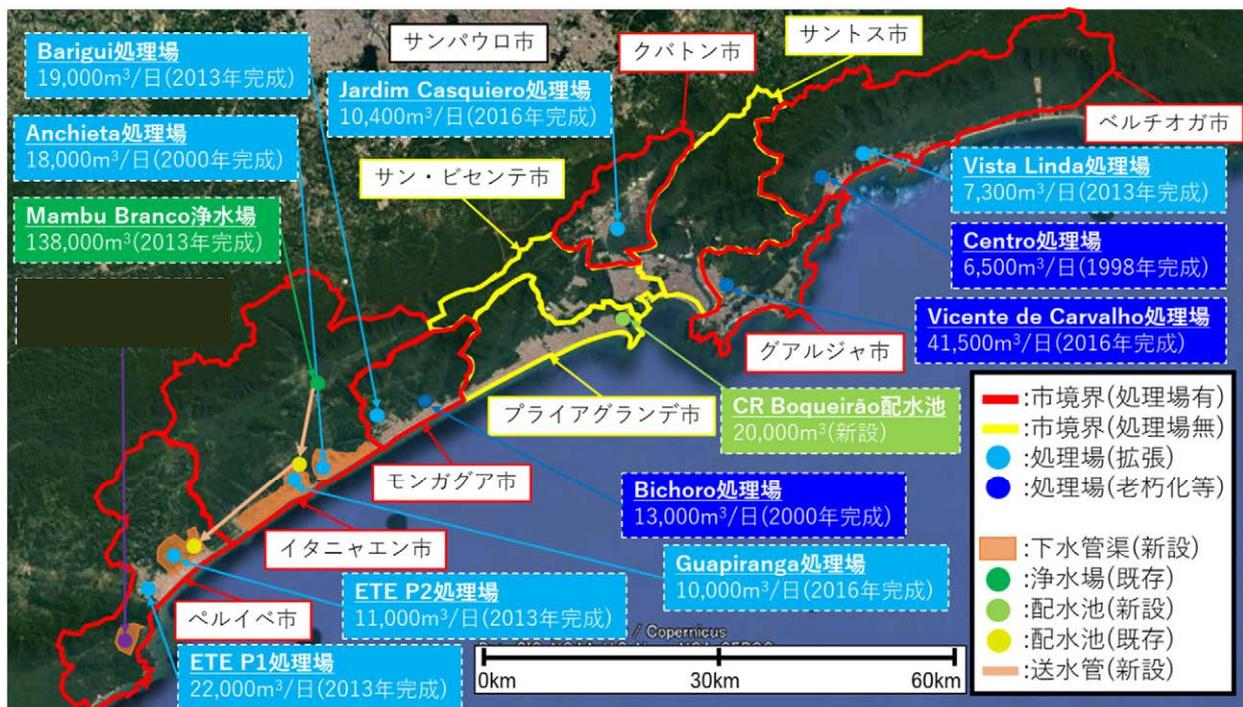
10.1.1 事業概要

本事業で対象とする施設の概要を表 10.1、位置図を図 10.1 に示す。事業の詳細スコープについては 6 章の表 6.22 から表 6.23 に示したとおりである。

表10.1 整備予定の上下水道関連施設

分野	施設	数量	対象地域
下水道 関連施設	下水処理場	拡張：10 か所	サンパウロ州沿岸部9市（バイシャーダ・サンチスタ地域） ペレイベ市、イタニャエン市、サン・ピセンテ市、プライア・グランデ市、モンガグア市、クバトン市、サントス市、グアルジャ市、ベルチオガ市
	下水道幹線、枝線 管渠	約 278.9 km	
	下水ポンプ場	計 29 か所	
上水道 関連施設	配水池	新設：1 か所	
	送配水管	約 32.2 km	

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図10.1 調査対象施設位置図

10.1.2 下水道事業関連施設

(1) 下水処理場

本事業の整備対象とされている下水処理場の拡張・改修計画の概要を表10.2に示す。

表10.2 下水処理場の拡張・改修計画概要

市	下水処理場	処理方法	既存 処理 能力 (L/秒)	拡張後の 処理能力 日平均量		雨天時 (L/秒)	処理場の 反応槽数		施設改修・ 拡張箇所
				(L/秒)	(m ³ /日)		既存	拡張後	
ペルハイバ	1) P1	回分式	143	318	27,475	920	3	6	近接地（森林） (120m x 65m)
	2) P2	回分式	91	194	16,762	577	2	4	既存敷地内
イタニャエン	3) Guapiranga	回分式	223	362	31,277	727	4	6	既存敷地内
	4) Anchieta	UNITANK	93	329	28,426	651	3	6	既存敷地内
モンカグア	5) Bichoro	回分式	90	77	6,653	200	8	8	拡張無
	6) Barigui	回分式	149	279	24,106	413	6	10	近接地（森林/ 空地） (約 105m x 25m)
カプトン	7) Casquiero	回分式	78	185	15,984	270	4	6	拡張無
グアルジヤ	8) Carvalho	回分式	153	307	26,525	590	8	10	近接地（森林） (約 70m x 20m)
ベルチカガ	9) Centro	回分式	127	183	15,811	467	4	6	既存敷地内
	10) Vista Linda	回分式	153	177	15,293	395	4	6	既存敷地内

出典：SABESP 提供のデータをもとに調査団作成

表10.3に既存下水処理施設の現在と拡張予定範囲を示す。

表10.3 既存下水道処理施設と拡張予定地の概要と現状

1. P1(Lama Negra) 下水処理場	2. P2 下水処理場
<対象施設及び事業> ・既存施設の拡張 ・既存施設処理能力：22,000 m ³ /日(2013年完成) ・拡張に必要な用地：0.865 ha	<対象施設及び事業> ・既存施設の拡張（敷地内） ・既存施設処理能力：11,000 m ³ /日(2013年完成)
	

<p>3. Guapiranga 下水処理場</p>	<p>4. Anchieta 下水処理場</p>
<p><対象施設及び事業> <ul style="list-style-type: none"> 既存施設の拡張（敷地内） 既存施設処理能力：10,000 m³/日(2016年完成) </p>	<p><対象施設及び事業> <ul style="list-style-type: none"> 既存施設の拡張（敷地内） 既存施設処理能力：18,000 m³/日(2000年完成) </p>
	
<p>5. Bichoro 下水処理場</p>	<p>6. Barigui 下水処理場</p>
<p><対象施設及び事業> <ul style="list-style-type: none"> 既存施設の改良 既存施設処理能力：13,000 m³/日(2000年完成) </p>	<p><対象施設及び事業> <ul style="list-style-type: none"> 既存施設の拡張 既存施設処理能力：19,000 m³/日(2013年完成) 拡張に必要な用地:0.15 ha </p>
	
<p>7. Casquier 下水処理場</p>	<p>8. Vicente de Carvalho 下水処理場</p>
<p><対象施設及び事業> <ul style="list-style-type: none"> 既存施設の拡張(敷地内) 既存施設処理能力：10,400 m³/日(2016年完成) </p>	<p><対象施設及び事業> <ul style="list-style-type: none"> 既存施設の拡張 既存施設処理能力：41,500 m³/日(2016年完成) 拡張に必要な用地：0.224 ha </p>
	

9. Centro 下水処理場	10. Vista Linda 下水処理場
<対象施設及び事業> ・既存施設の拡張(敷地内) ・既存施設処理能力：6,500 m ³ /日(1998年完成)	<対象施設及び事業> ・既存施設の拡張(敷地内) ・既存施設処理能力：7,300 m ³ /日(2000年完成)
	

注：赤線、黄色線が改修計画の概要を示す。

出典：調査団作成

(2) 下水収集施設

本事業で下水収集施設を整備する処理区は図 10.1 に示したとおりである。また、新設管路と新設ポンプ場の概要は表 10.4、表 10.5 のとおりである。さらに、各処理区中での管路整備エリアとポンプ場の詳細な位置は「添付資料 7.2 概略設計図面(下水収集施設)」の「1. 下水道管路計画図」を参照とする。本事業には既設管路やポンプ場の更新・拡張は含まれていない。ポンプ場位置については添付資料 7.2 において現時点での計画位置を示しているが、現在適地選定中である。

表 10.4 下水道コンポーネントの概要(下水収集施設:下水管路)

Stage		Stage3			Stage2 Phase2	合計	
		ペルイベ	イタニャエン		ベルチオガ		
処理区		P2	Guapiranga	Anchieta	Guaratuba		
対象	下水幹線	延長 (km)	1.2	3.8	2.8	0.0	7.8
		径 (mm)	400/500	400-800	600/700	-	-
	枝線管渠	延長 (km)	39.7	126.3	55.1	34.3	255.3
		径 (mm)	150-400	150-400	150-500	125-250	-
	圧送管	延長 (km)	4.3	10.7	7.3	3.3	25.7
		径 (mm)	100-300	100-450	100-400	80/150	-
	ポンプ場種別		圧送	圧送	圧送	真空	-
	ポンプ場箇所数		5	13	9	2	29箇所
新規戸別接続(戸)		976	7,086	4,713	1,890	14,665	

出典：SABESP 提供の資料を基に調査団が作成。

表10.5 下水道コンポーネントの概要(ポンプ場)

市	処理区	箇所数	ポンプ種別	ポンプ数	合計流量 (L/秒)
ペルイベ	P2	5	圧送	10	39
イタニャエン	Guapiranga	13	圧送	26	379
	Anchieta	9	圧送	18	253
ベルチオガ	Guaratuba (Costa do Sol)	2	真空	5	26
			圧送	6	26
合計		29		65	723

出典: SABESP 提供の資料を基に調査団が作成。

10.1.3 上水道関連施設(送配水管、配水池・ポンプ場)

本事業で上水道施設を整備する地域は6章の図6.2および図6.4に示したとおりである。また、整備する管路とポンプ場・配水池の概要は表10.6のとおりである。整備する施設の詳細は「添付資料7.1 概略設計図面(上水送配水管、配水池・ポンプ場)を参照とする。

表10.6 上水道コンポーネント(配水池・送水管)の概要

市	名称	仕様	
		口径 (mm)	延長 (km)
ペルイベ Peruibe	配水本管 Trecho 10	D250-150	7.2
	配水本管 Trecho 11	D400-300	11.2
プライア・グランデ Praia Grande	送水管 Trecho 12	D1000	1.2
	配水本管 Trecho 13	D1000	1.6
	緊急送水管 Trecho 14 (中部への緊急送水)	D700	0.5
	Boquirão 配水区配水管	D900-100	10.5
	Boquirão 配水池・ポンプ場	-	1箇所

出典: 調査団作成

10.2 ベースとなる環境及び社会の状況

10.2.1 自然環境

(1) 気象、地形・地質、水文

「2.2.1 気象、気候及びその変動」「2.2.2 地形、水文及び地質」に詳細を示す。

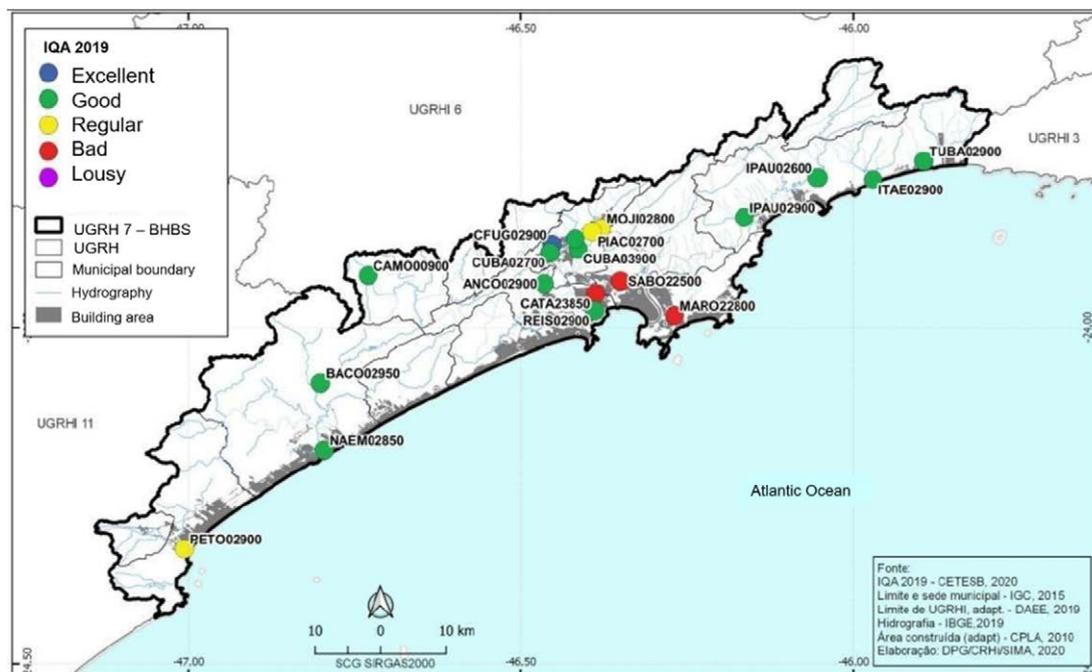
(2) 水質

1) 表流水

表流水水質のモニタリングは CETESB により利水目的によって、水質指数-IQA、水道水源としての利用を目的とした水域の水質指数-IAP、富栄養化状況指数-IET、の 3 つの指標を用いて評価分析されている。CETESB 作成の水資源状況報告書（2020 年）の結果を以下に整理する。

i) CETESB 独自の総合水質指標（Índice de Qualidade das Águas (Water Quality Index) : IQA)

IQA（総合水質指標）は水質に対して下水排水の寄与を評価するために用いられている指標であり、水質項目の中から 9 項目(大腸菌群数、pH、BOD、全窒素、全リン、水温、濁度、TS、及び DO)に重みづけをした上で数値化し Excellent から Lousy の 5 段階で評価される。バイシャーダ・サンチスタ地域では 2019 年には 18 の地点において IQA のモニタリングが行われた。図 10.2 に示すとおり、評価の結果 13 地点（68%）が”Excellent”または”Good”に、3 地点（16%）が”Regular”に分類されたが、2 地点（モジ川とピアサゲラ川）は、工業由来および家庭内の高濃度の窒素とリンの影響を受けていた。”Bad”と分類されたのはサボー川[SABO 22500]、カタリナ・モラエス川[CATA 23850]、サント・アマロ川[MARO 22800]の 3 地点（16%）で、いずれも未処理の家庭排水の影響を受けている。（実際のモニタリング結果は添付資料 10. 1 参照）



注： Excellent から Lousy までの 5 段階評価は 9 項目(大腸菌群数、pH、BOD、全窒素、全リン、水温、濁度、TS、及び DO)を総合的に評価する CETESB 独自の指標によるもの

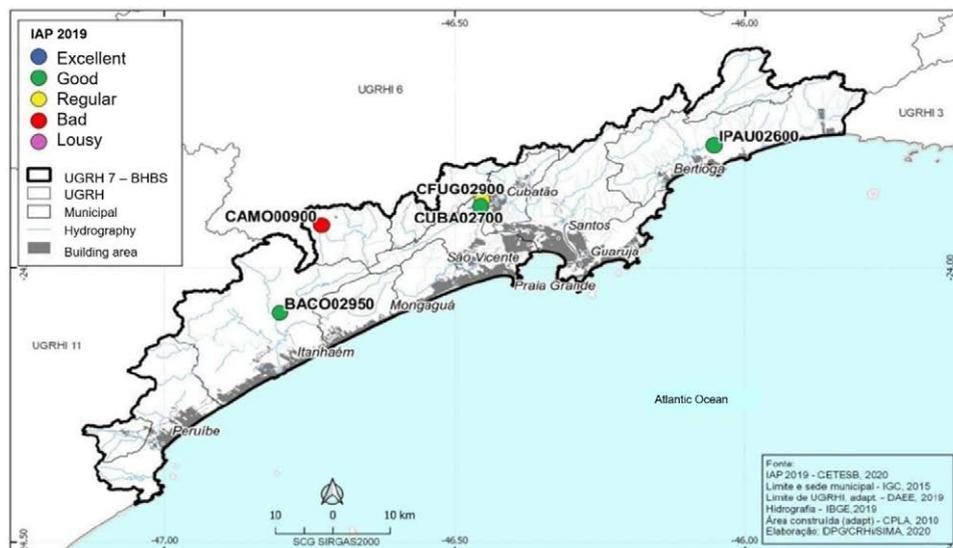
出典： Report on the Situation of Water Resources in the Baixada Santista (2020)

図10.2 CETESB による表流水モニタリングの結果 (IQA) (2019))

ii) 公共水域の水質指標 (Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (Raw Water Quality Index for Public Supply purposes) : IAP)

IAP (公共水域の水質指標) はサンパウロ州で水道水源として利用されている河川及び貯水池の水質評価に活用されており、前述の IQA と毒性項目の評価指標¹とを合わせて算出される。図 10.3 に示すとおり、2019 年には 5 つの地点においてモニタリングが実施され、公共水道水源の取水地点に最も近い 3 か所が Good に分類された。Regular に分類された地点 (Leak Channel UHB) は Good に分類された集水地点の支流であり、Bad に分類された地点 (CAMO 00900) は、バイシャーダ・サンチスタ地域の公共水道水源には使用されていないカピヴァリ・モノス貯水池に位置している。2017 年に Bad に分類されたイタパニャウ川のベルチオガ市内のモニタリング地点 (IPAU 0260) は、水質が改善し Good となった。

1 毒性物質の評価指標は、トリハロメタン前駆物質濃度、藍色細菌数、カドミウム、鉛、総クロム、水銀及びニッケル濃度に基づいて算出される。

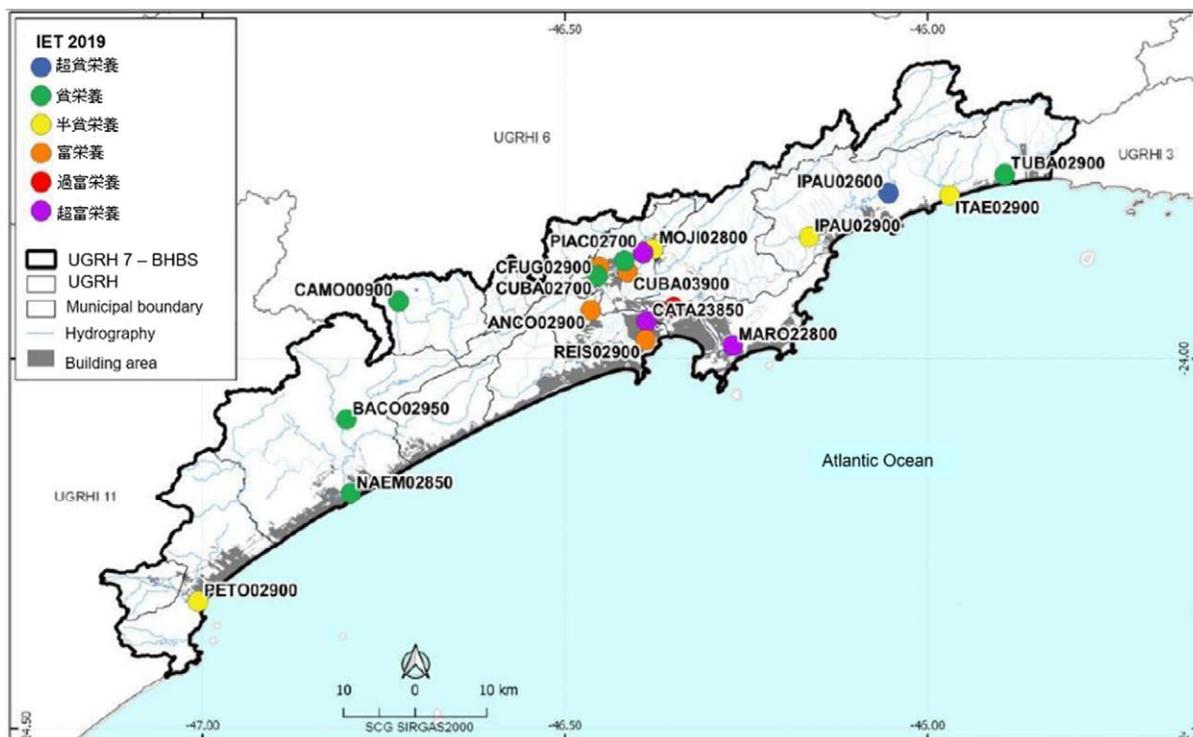


注: Excellent から Lousy までの 5 段階評価は IQA と毒性項目の評価指標 とを合わせて算出した指標によるもの
出典: Report on the Situation of Water Resources in the Baixada Santista (2020)

図10.3 CETESB による表流水モニタリングの結果 (IAP)(2019)

iii) 富栄養化指標 (Índice do Estado Trófico (Trophic State Index)) : IET

IET (富栄養化指標) は富栄養化状況を評価するための指標であり、全リン、クロロフィル a 濃度の 2 つを変数として換算して算出し、超貧栄養から超富栄養の 6 段階評価となっている。調査結果は図 10.4 に示したとおり IQA と同じく全 18 地点で調査が行われており、11 地点 (58%) が低・中程度、8 地点 (42%) が富栄養化していた。サボー川 (SABO 22500)、カタリナ・モラレス川 (CATA 23850)、サント・アマロ川、ピアサゲラ川 (PIAC 02700) のモニタリング地点では、依然として富栄養化が極めて進んだ状態にある。IET の推移に着目すると、前年に比べて悪化した地点はなく、26%が改善した。



注： 全リン、クロロフィル a 濃度の 2 つを変数として換算して算出し、Ultraoligotrophic(超貧栄養)から Hipereutrófico(超富栄養)の 6 段階評価する CETESB 独自の評価指標

出典： Report on the Situation of Water Resources in the Baixada Santista (2020)

図10.4 CETESB による地表水モニタリングの結果 (IET(2019))

2) 表流水の環境水質基準

ブラジルにおける表流水の水質基準は、連邦法 CONAMA 357/2005 及び CONAMA 430/2011 により定められており、本事業で新設、及び拡張予定の処理場の放出先は Class2 (淡水) が主である。例外として Casqueiro 処理場の放流先が Class3 (淡水)、Vicente de Carvalho 処理場が Class1 (汽水) に指定されている (サンパウロ州条例 No.10,755/1977)。各 Class において定められた水質基準は表 10.7 に示すとおりである。表流水水質基準を添付資料 10.2 に示す。

表10.7 表流水水質基準値(抜粋)

水質項目	単位	淡水		汽水
		Class 2	Class 3	Class 1
BOD	mg/L	5.0	10.0	-
DO	mg/L	5.0	4.0	5.0
P	mg/L	0.1	0.15	0.124
NO ₃	mg/L	10.0	10.0	0.4
NO ₂	mg/L	1.0	1.0	0.07
N-NH ₃ (pH≤7,5)	mg/L	3.7	13.3	0.4
N-NH ₃ (7.5<pH≤8.0)	mg/L	2.0	5.6	0.4
N-NH ₃ (8.0<pH≤8.5)	mg/L	1.0	2.2	0.4
N-NH ₃ (pH>8.5)	mg/L	0.5	1.0	0.4
TDS	mg/L	500.0	500.0	-

出典：連邦法 CONAMA 357/2005 及び CONAMA 430/2011

3) 下水処理に係る排水水質基準

ブラジルにおける下水処理施設の運用にあたり、処理後の水質が一定の基準を満たし、且つ処理水放流先の水域の水質基準値を満たす必要がある。下水処理施設の処理水質は、BODが除去率60%以上かつ濃度が120 mg/L以下、DOは5 mg-O₂/L以上、N-NH₃が20.0 mg/L以下と定められている。

なお、サンパウロ州条例 No 8,468/1976 によって特例として「Class2 および 3 の水域への放流水の BOD の基準値は、放流水の DO 濃度が基準値を満足していることを条件に、放流先の水域の自浄作用を考慮して引き上げることができる」とされている。

本事業の対象下水処理施設における水質基準達成状況の概要を 2020 年から 2021 年の SABESP のモニタリング結果に基づき表 10.8 に整理した。拡張対象下水処理場 10 か所のうち 9 ヶ所は回分式活性汚泥法が採用されており、Barigui 下水処理場以外は排水水質基準を順守している。Unitank 活性汚泥法を採用している Anchieta 下水処理場は BOD の除去が適切に行えていない。SABESP は維持管理を適切に行うことで排水水質基準を満足できると考えており、本事業においても既存の処理場と同じ処理方法、放流先を踏襲する意向である。

表10.8 事業対象の既存下水処理場における水質基準達成状況(2020/2021年度)

市	下水処理場名	各水質項目における排水水質基準達成状況		
		DO	BOD	N-NH ₃
イタニャエン	Anchieta	○	●	○
	Guapiranga	○	○	○
ペルイベ	P1	○	○	○
	P2	○	○	○
モンガグア	Barigui	○	●	○
	Bichoró (*)	○	○	○
グアルジャ	Vicente de Carvalho	○	○	○
クバトン	Casqueiro	○	○	○
ベルチオガ	Centro	○	○	○
	Vista Linda	○	○	○

注)○:排水基準を満たす、●:排水基準を満たさない
出典: SABESP 提供資料に基づいて調査団が作成

4) 地下水

本調査地域における地下水の流れの方向は、一般的には、ペルイベ川、イタニャエン川、イタパンハウ川などの沿岸地域の大河や、海に向かっている。帯水層の上層部は、地下水水位が高いことに加えて、砂層の浸透性が高いために汚染物質の移動性が高く、家庭の汚水から産業活動の廃棄物まで、さまざまな原因による汚染に対して非常に脆弱である。バイシャーダ・サンチスタ水資源管理ユニット (UGRH) には、地下水の水質モニタリング地点は設定されていない。

事業実施区域は沿岸部であり、塩水との境界に近い場合、地下水水質は飲料水としての利用には適さないことが多いが、工業用水などへの利用は用途によっては可能である。

5) 海域(海水浴場)

海域(海水浴場)の水質は表10.9に示すように「Proper(適切)」と「Improper(不適切)」の2つのカテゴリーに分類され、「Proper」は「Excellent」「Good」「Regular」の3つのカテゴリーで分類されている。連続した5週間のサンプルを分析した結果、海水中の糞便細菌の密度に基づいて行われる。CONAMA 274/2000では、糞便汚染の微生物学的指標として、耐熱性大腸菌群、大腸菌、腸球菌の3種類を使用することが定められている。

サンパウロ州では、海域の水質を監視する機関はCETESBであり、海洋水について腸球菌の群数による基準を採用している。5週間のうち2回以上のサンプルで腸球菌が100 CFU若しくはNMP/100mL²を超えた場合、あるいは一度でも400 CFU若しくはNMP/100mLを超えた場合、その海岸は一次接触レクリエーション(水泳、ダイビングなど)に不適切であると判断される。5段階の指標を使用することで、微生物学的データの大きな変動性を考慮し、ビーチの品質の傾向を表している。

表10.9 ビーチの水質診断基準及び項目

分類		耐熱性 大腸菌群数 (CFU若しくはNMP/100mL)	<i>E.coli</i> (大腸菌)数 (CFU若しくはNMP/100mL)	腸球菌群数 (CFU若しくはNMP/100mL)
Proper	Excellent	5回中4回以上の頻度で ⁽¹⁾ 250以下	5回中4回以上の頻度で ⁽¹⁾ 200以下	5回中4回以上の頻度で ⁽¹⁾ 25以下
	Good	5回中4回以上の頻度で ⁽¹⁾ 500以下	5回中4回以上の頻度で ⁽¹⁾ 400以下	5回中4回以上の頻度で ⁽¹⁾ 50以下
	Regular	5回中4回以上の頻度で ⁽¹⁾ 1,000以下	5回中4回以上の頻度で ⁽¹⁾ 800以下	5回中4回以上の頻度で ⁽¹⁾ 100以下
Improper	Poor	一度でも1,000を超過	一度でも800を超過	一度でも100を超過
	Terrible	一度でも2,500を超過	一度でも2,000を超過	一度でも400を超過

注1: 週1回5週間連続の採水における発生頻度

出典: CONAMA 274/2000, CETESB (2020)

CETESBは、これらの毎週のモニタリングを参照して、ビーチの水質の傾向を統合的に提示するために前表の水質判断基準をベースにした評価基準指標を開発し、市民にも公開している。この評価指標を表10.10に示す。

表10.10 ビーチの水質診断基準を基にしたビーチの年次評価指標

分類	説明
EXCELLENT	通年でExcellentと分類された地点
GOOD	通年でGood若しくはExcellentと分類された地点
REGULAR	通年でPoorもしくはTerribleと分類された頻度が4分の1以下だった地点
POOR	PoorもしくはTerribleと分類された頻度が2分の1から4分の1だった地点
TERRIBLE	PoorもしくはTerribleと分類された頻度が2分の1以上だった地点

出典: CETESB (2020)

CETESBが発表した2019年のバイシャーダ・サンチスタの各市の海水浴場の年次評価指標(表

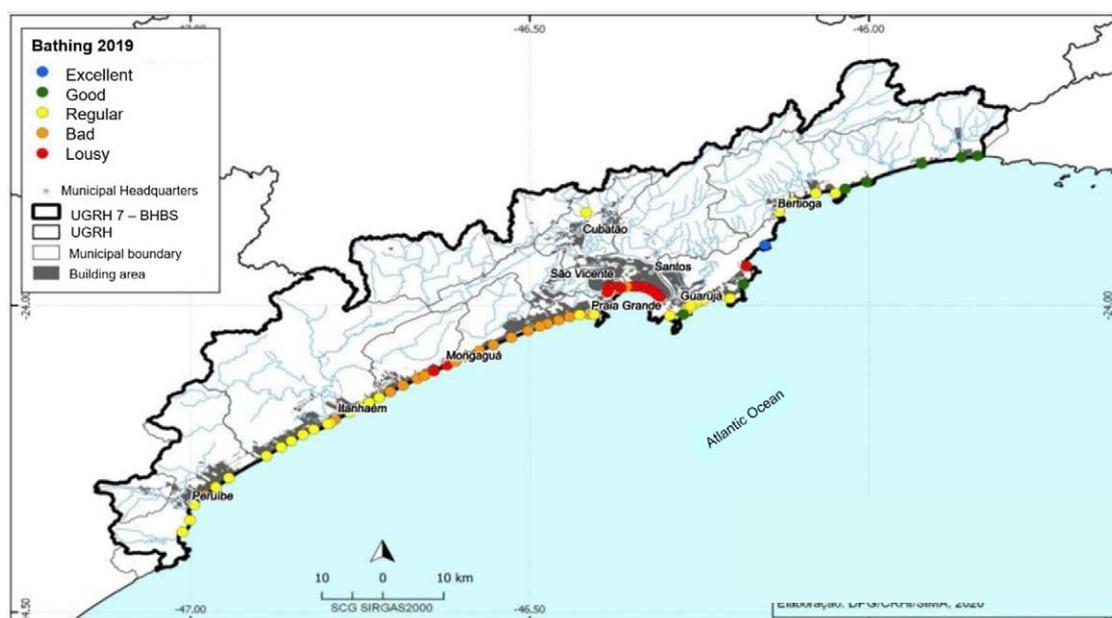
² CONAMA274/2000には大腸菌群数などに対する単位の明記がなく、一方で、本調査にてデータを参照しているCETESBの水質モニタリングレポートではCFU及びNMPが併用されている。本報告書ではモニタリングレポートに倣ってCFUとNMPを併記することとし、測定結果にどちらか一方が明記されている場合は記載されている単位を採用した。なお、CFU: Colony Forming Unit, MPN: Most Probable Number である。

10.9 参照) の概要を表 10.11 に示す。元となるデータについては、添付資料 10.1 とする。また、BHBS 海岸における沿岸地域の調査地点を図 10.5 に示す。

表10.11 ビーチの水質診断基準を基にしたビーチの年次評価指標(2019)

No	市	測定地点	水質の評価(2019) 評価と () 内に該当地点数	備考 (2018年との比較)
1	ベルチオガ	9	Good(5)、Regular(4)	ビーチの水質は悪化傾向
2	グアルジャ	12	Excellent(1)、Good(2)、Regular(8)、Poor(1)	
3	サントス	7	Terrible (7)	ビーチの水質は悪化傾向
4	サン・ビセンテ	6	Poor(2)、Terrible (4)	
5	ブライア・グランデ	12	Regular(2)、Poor(10)	ビーチの水質は悪化傾向
6	モンガグア	7	Regular(2)、Poor(5)	
7	イタニャエン	12	Regular(11)、Poor(1)	
8	ペルイベ	5	Regular(4)、Poor(1)	
9	クバトン	1	Regular (1)	

出典: CETESB (2020)



出典: SABESP 提供資料

図10.5 BHBS 海岸における沿岸地域の調査地点(2019年)

(3) 自然保護区

a) ブラジル国内で指定される自然保護区

表 10.12 に示すようにサンパウロ州には 5 つの連邦政府自然保護区、9 つの州の自然保護区が位置している。そのうち、事業実施区域周辺には、連邦政府自然保護区である、「カナネイアーイグワペーペルイベ環境保護区」がペルイベ市に位置している。後述する通り、同保護区はラムサール条約指定湿地としても登録されている。なお、本事業で対象とする上水道、下水道の全てのコンポーネントは保護区指定区域外に位置している。

表10.12 サンパウロ州の自然保護区リスト

No	名称	指定者 (連邦/ 州)	面積(ha)	指定年	生物群系
1	Cananéia-Iguape-Peruíbe	連邦政府	202,307	1984	Atlantic Forest
2	Ilhas e Várzeas do Rio Paraná		1,003,060	1997	
3	Mananciais do Rio Paraíba do Sul		292,000	1982	Atlantic Forest
4	Rio Paraíba do Sul			1982	
5	Serra da Mantiqueira		421,804	1982	Atlantic Forest
6	Cajati	州	2,976	2008	Atlantic Forest
7	Campos do Jordão		28,800	1984	Atlantic Forest
8	Ilha Comprida		17,572	1987	Atlantic Forest
9	Planalto do Turvo		2,722	2008	Atlantic Forest
10	Quilombos do Médio Ribeira		64,625	2008	Atlantic Forest
11	Rio Pardinho e Rio Vermelho		3,235	2008	Atlantic Forest
12	São Francisco Xavier		11,559	2002	Atlantic Forest
13	Sapucai Mirim		39,800	1998	Atlantic Forest
14	Serra do Mar		488,865	1984	Atlantic Forest

出典：調査団作成

b) IUCN 保護地域

国際自然保護連合（International Union for Conservation of Nature: IUCN）による保護地域指定状況を表 10.13、図 10.6 に示す。本事業近隣の地域は広範囲に渡って IUCN 保護地域に指定されている。陸域については、カナネイアーイグワペーペルイベ景観保護地域（Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe）が「カテゴリーII/V」に指定されている。また、世界自然遺産である大西洋岸森林南東部の保護区群（Reservas de Mata Atlântica do Sudeste）と重複しているジュレイアーイタティンシュ生態系保護拠点（Estação Ecológica Jurúia-Itatins）が「カテゴリー1a」に区分されており、高いレベルでの保護が求められる地域となっている。なお、本事業で対象とする上下水道の全てのコンポーネントは保護区指定区域外に位置している。

また、バイシャーダ・サンチスタ地域の海域はサントス市周辺の一部以外はセントラルコーストの海洋景観保護区（Apa Marinha Do Litoral Centro）として、カテゴリーVに指定されている。

表10.13 バイシャーダ・サンチスタ地域の IUCN 保護地域

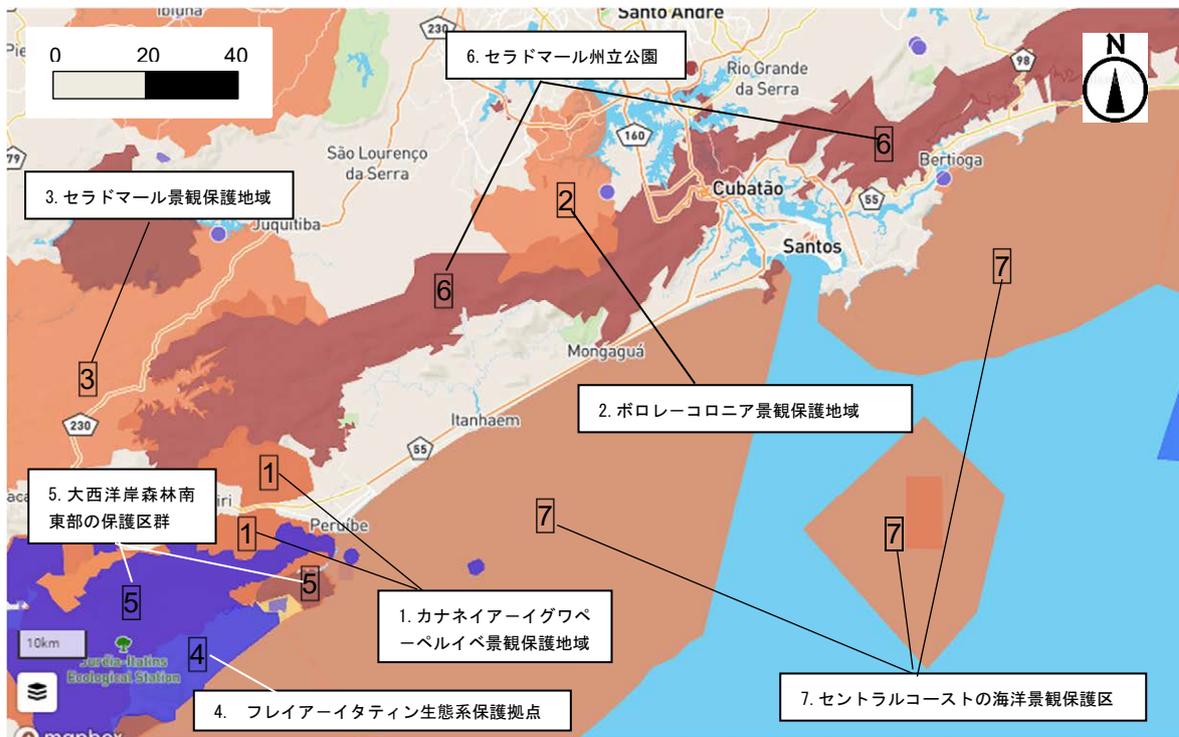
No	名前	IUCN カテゴリ	その他の 保護指定	面積(km ²)	指定年
陸域					
1	カナネイアイグワペーペルイベ景観保護地域	II/V*	国指定保護区/ ラムサール条 指定湿地	2,023.07	2017
2	ボロレーコロニア景観保護地域	V	サンパウロ州	89.61	2006
3	セラドマール景観保護地域	V	-	4,196.77	1984
4	フレイアーイタティン生態系保護拠点	Ia	生態学ステー ション	843.79	1986
5	大西洋岸森林南東部の保護区群	Ia, II, V	世界遺産	4,681.93	1999
6	セラドマール州立公園	II	州立公園	3,222.96	1977
海域					
7	セントラルコーストの海洋景観保護区	V	-	4,531.09	2008

カテゴリーIa, Ib 厳正保護地域/原生自然地域 学術研究若しくは原生自然の保護を主目的として管理される保護地域
 カテゴリーII 国立公園 生態系の保護とレクリエーションを主目的として管理される地域
 カテゴリーIII 天然記念物 特別な自然現象の保護を主目的として管理される地域
 カテゴリーIV 種と生息地管理地域 管理を加えることによる保全を主目的として管理される地域
 カテゴリーV 景観保護地域 景観の保護とレクリエーションを主目的として管理される地域
 カテゴリーVI 資源保護地域 自然の生態系の持続可能利用を主目的として管理される地域

注1) 資料によってはカテゴリが異なるため、併記する。

注2) 3,6 は同名であり同じ保護区を指している可能性があるが、IUCN の出典サイトでは別の保護区として分類されており、それに従うものとする。

出典: Protected Planet (<https://www.protectedplanet.net/>)



出典: Protected Planet (<https://www.protectedplanet.net/>)

図10.6 IUCN による保護地域の指定状況

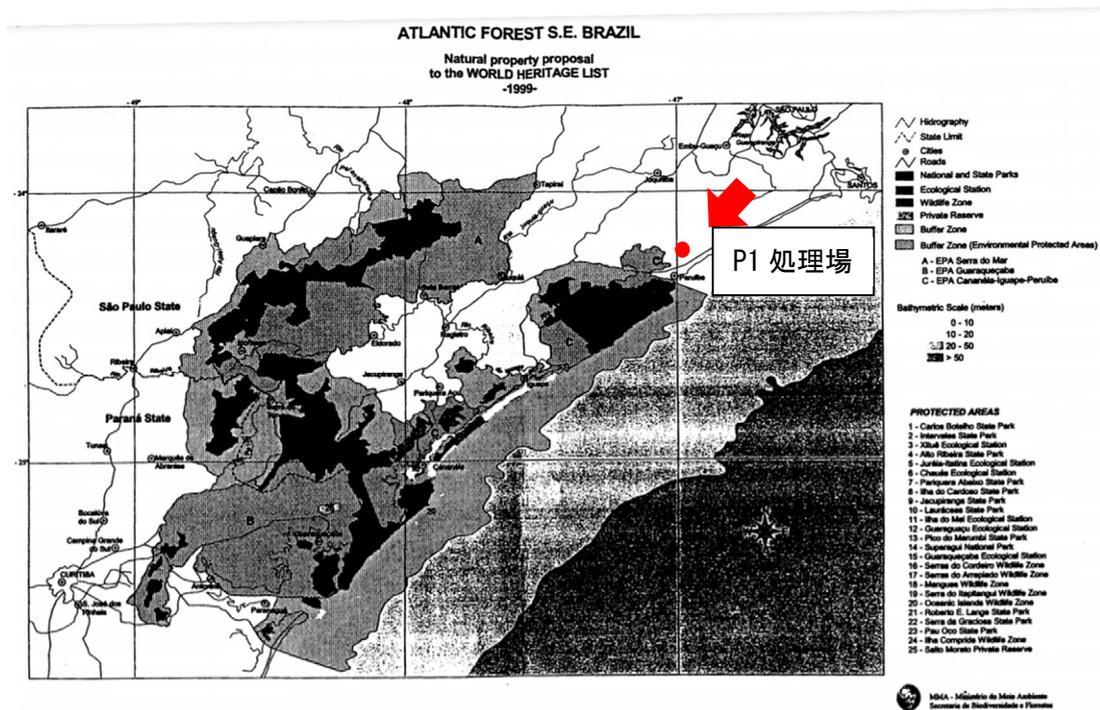
c) ラムサール条約指定湿地（カナネイアイグワペーパーレイベ環境保護区）

前述したサンパウロ州とパラナ州にあるこの保護区は、2017年にラムサール条約指定湿地として登録された。大西洋岸森林の代表的な湿地帯であり、世界遺産である「大西洋岸森林南東部の保護区群」とユネスコ生物圏保護区の一部である。マングローブ、河口、川、ラグーン、海岸平野、滝、海洋および沿岸の島々で構成されている。範囲はペレイベ市南部からパラナ州カナネイア市まで 202,307 ha の広大な地域が指定されている。

今回事業対象地域の1つであるペレイベ市は一部がこのラムサール条約湿地の中に位置しているが、既存施設である P1 処理場は同保護地域の敷地境界から約 800m 離れている。既存施設の周辺は住居地域や工場地域などの既開発エリアに囲まれておりラムサール条約登録湿地内からの自然の連続性は認められない。

d) 世界自然遺産

カナネイアイグワペーパーレイベ環境保護地域は、図 10.7 に示す通り世界自然遺産である「大西洋岸森林南東部の保護区群（Atlantic Forest South-East Reserves）」の緩衝地帯（バッファゾーン）として指定されている。緩衝地帯は世界遺産指定地域には含まれないが、保護地域設定の際の地域区分（ゾーニング）のひとつで、核心地帯（コアエリア）を取り囲んで、保護地域外からの影響を緩和することを目的として設定されており、開発行為は認められている。なお、図 10.7 に示す通り P1 処理場は緩衝地帯であるカナネイアイグワペーパーレイベ環境保護地域の境界から 800m の距離があり、同世界自然遺産指定区域外である。



出典：UNESCO Website(https://whc.unesco.org/en/list/893/multiple=1&unique_number=1045)

図10.7 大西洋岸森林南東部の保護区群位置図(バッファゾーン含む)

e) 生物多様性の保全の鍵になる重要な地域(Key Biodiversity Area:KBAs), 重要野鳥生息地(Important Bird and Biodiversity Areas:IBAs)

バイシャーダ・サンチスタ地域に位置する生物多様性の保全の鍵になる重要な地域（以下、KBAs 若しくは IBAs)は表 10.14、図 10.8 に示す 4 地区である。いずれも沿岸域の平地及び山間部が指定されているが都市部は指定区域に入っていない。本事業で予定している 10 か所の既存下水処理場は都市部に位置しており、同指定区域内には含まれない。

表10.14 バイシャーダ・サンチスタ地域の KBA (IBAs)

No	名称	保護区指定基準	面積(ha)	保護区指定年度
1	ジュレイア=イタティンシュ生態系保護拠点	A1, A2, A3	80,000	2006
2	セラドマール州立公園（ペドロデトレドとクバタンの間）	A1	140,000	2006
3	イタニャエン/モンガグア	A1	8,000	2005
4	セラドマール州立公園（サントスとサンセバスチアンの間）	A1, A2, A3	110,000	2005

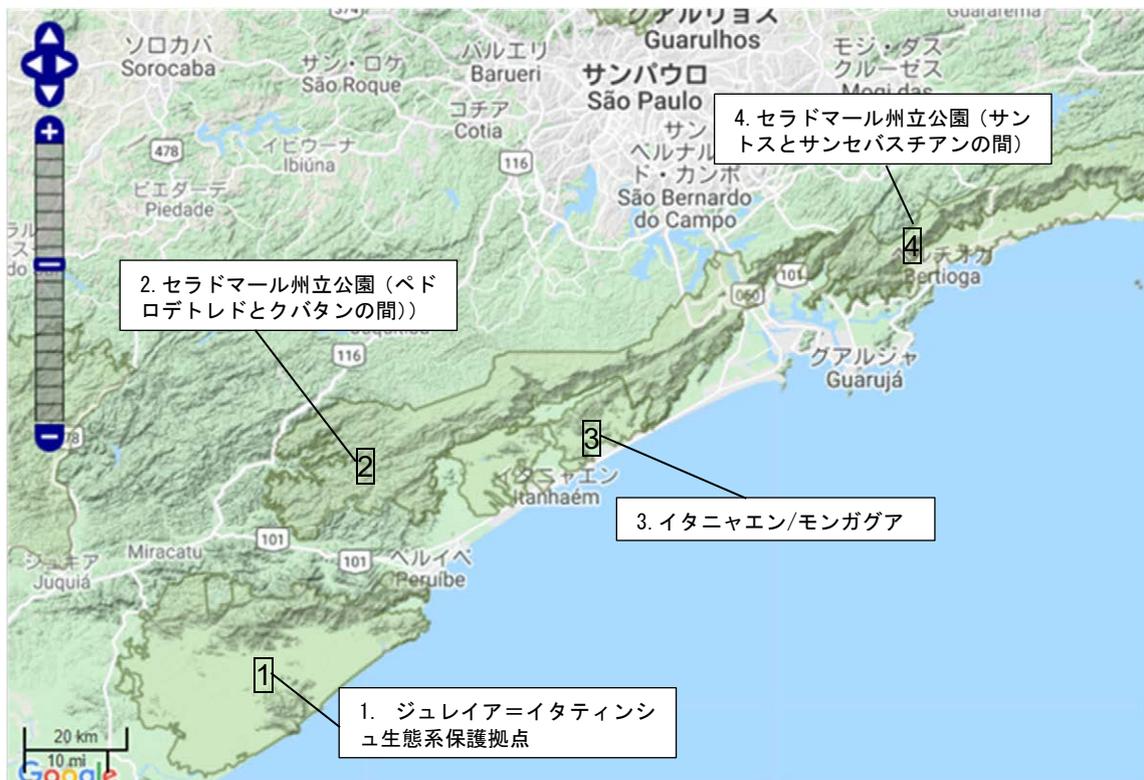
IBAs の選定基準：公益財団法人日本野鳥の会サイト (<https://www.wbsj.org/activity/conservation/habitat-conservation/iba/iba-sentei/>)

基準 A1 世界的に絶滅が危惧される種、または全世界で保護の必要がある種が、定期的・恒常的に多数生息している生息地

基準 A2 生息地域限定種 (Restricted-range species) が相当数生息するか、生息している可能性がある生息地

基準 A3 ある1種の鳥類の分布域すべてもしくは大半が1つのバイオームに含まれている場合で、そのような特徴をもつ鳥類複数種が混在して生息する生息地、もしくはその可能性がある生息地

出典：Birdlife international(<http://datazone.birdlife.org/>)



出典：Protected Planet (<https://www.protectedplanet.net/>)

図10.8 バイシャーダ・サンチスタ地域の KBAs/IBAs 位置図

(4) 動植物・生態系

i) 動物

バイシャーダ・サンチスタ地域は広域での動物相に関する総合的な調査は行われていないが、以下に一部の自治体による保護ユニットからの情報を記載する。

a) 哺乳類

サンパウロ州では、53種の中型および大型哺乳類と64種のコウモリが観察されている。また、ペルイベ市が一部を構成している大西洋岸森林（Atlantic Forest）では、中型および大型の哺乳類が66種、小型哺乳類（げっ歯類と有袋類）が92種で、そのうち43種が固有種であった。また、ペルイベ市では、ジャガー、ピューマ、ピューマの生息記録がある。イタニヤイエエン市では、大西洋岸森林の丘陵地地域で、ライオンタマリン、ペッカリー、ホエザル、オセロット、ブッシュキヤット、マラカジャキヤットが観察された記録がある。

b) 鳥類

ブラジルの生物群系の中で、鳥類の保護にとって最も重要な地域の多くは、国内の全ての絶滅危惧種の鳥の約90%が集中している大西洋岸森林沿いにあり、バイシャーダ・サンチスタ地域の一部は大西洋岸森林（Atlantic Forest）に属している。

大西洋岸森林で見つかった合計約688種のうち、181種が固有種であり、50%以上がほとんど大西洋岸森林にほぼ独占的に生息している。

c) 爬虫類

大西洋岸森林には、アマゾン熱帯林やセラードに匹敵するほど、爬虫類が豊富に生息していることで知られている。また、種類が豊富だけでなくたくさんの固有種が確認されているのも特徴である。この生物群系には約170種が存在し、ほぼ半分がこの地域に限定されている。現地で確認できる爬虫類の種類は、大西洋岸森林に沿って、緯度と高度に関連して変化する。

ヘビクビガメ科、ウミガメ科、アリゲーター科、ウミガメ科、アシナシトカゲ科、クサリヘビ科、マイマイヘビ科、クサリヘビ科などの種の確認が自治体に報告・記録されている。

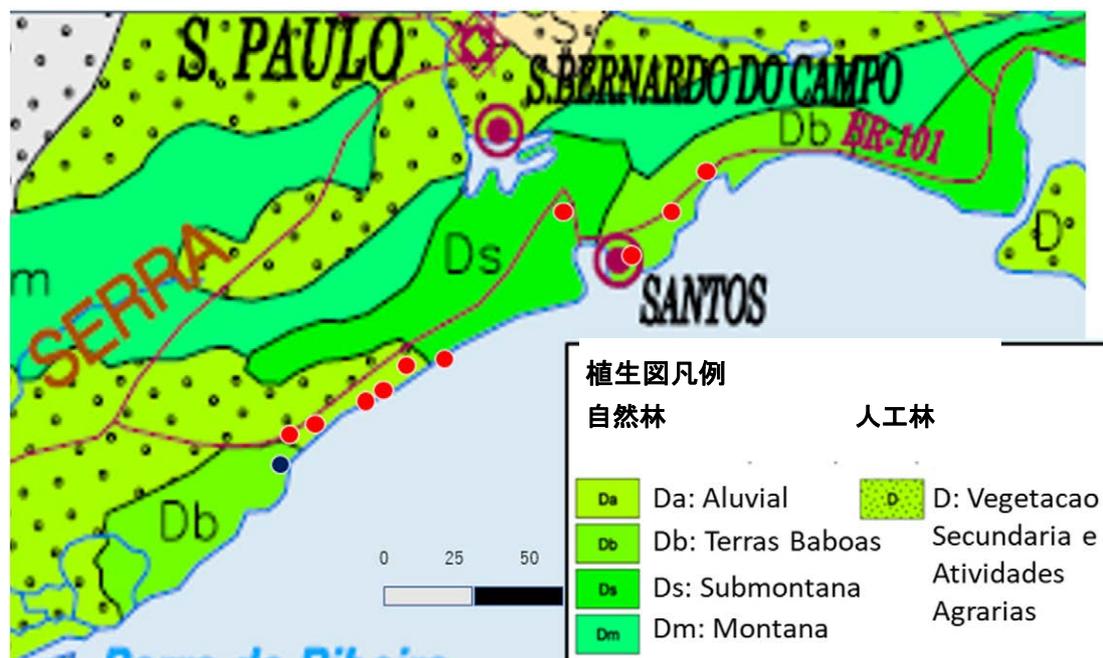
d) 両生類

サンパウロ州では現在、約250種の両生類が知られており、これはブラジル国全体で確認される種数のほぼ30%に相当する。このうち、少なくとも27種、つまり約11%がサンパウロ州の固有種である。沿岸低地や大陸の島々のレスティンガ地域を含むセラドマールの大西洋岸森林の両生類の動物相はサンパウロ州の中でも最も豊かである。

ii) 植物

バイシャーダ・サンチスタ地域は、かつては大西洋森林同様の植生に覆われていた地域であり、現在は高密度モンタナ雨林、サブモンタナ高密度雨林、低地高密度雨林で構成されている。また、ペルイベ市からモンガグア市は二次高密度低地雨林が分布している。また、図10.9の植生図には示されていないが、沿岸部には泥質海洋土壌樹木/低木（マングローブ林）も広域で分布している。

「The Forestry Inventory of the State of São Paulo (2020)」によると、バイシャーダ・サンチスタ流域には 231,088 ha の在来植物相が分布しており、広範囲を占めている。



出典: ICMBIo: <https://www.icmbio.gov.br/>

図10.9 バイシャーダ・サンチスタ地域の植生図

iii) 重要種（カナネイアーイグワペーパーレイベ環境保護地域）

カナネイアーイグワペーパーレイベ環境保護地域のラムサール湿原登録湿地のインフォメーションシート（Ramsar Information Sheet）から、同地区内で確認されている IUCN レッドリストに記載される重要な種のリストを表 10.15 に示す。同保護区内では鳥類を中心に数多くの絶滅危惧種の生息が確認されており、特に哺乳類では絶滅寸前種(CR)とカテゴリーされているクロガシラライオンタマリン、絶滅危惧種(EN)としては哺乳類でジャガー、鳥類ではクロアシシヤクケイ、ズキンミヅナギドリの2種の生息が報告されている。同保護区はペルレイベ付近からブラジル南部のカナネイア市まで広がる 234,000ha の広大な面積を有しており、事業実施区域付近の沿岸植生から大西洋岸森林をカバーしているため、多様かつ豊富な生態系を維持している。

表10.15 カナネイアーイグワペーパーレイベ景観保護地域で確認された IUCN レッドリスト記載種

No	学名	英語名	和名	レッドリストカテゴリー
Mammals				
1	<i>Leontopithecus caissara</i>	Black-faced Lion Tamarin; Superagui Lion Tamarin	クロガシラライオンタマリン	CR
2	<i>Panthera onca</i>	Atlantic Petrel	ジャガー	EN
Birds				
1	<i>Penelope obscura</i>	Dusky-legged Guan	クロアシシヤクケイ	EN
2	<i>Pterodroma incerta</i>	Atlantic Petrel	ズキンミヅナギドリ	
3	<i>Amazona brasiliensis</i>	Red-tailed Amazon	アカオボウシインコ	VU
4	<i>Carpornis melanocephala</i>		ズグロカザリドリ	
5	<i>Leucopternis lacernulatus</i>		シロエリノスリ	
6	<i>Phylloscartes kronei</i>	Restinga Tyrannulet	レストインガコバシハエトリ	
7	<i>Platyrinchus leucoryphus</i>	Russet-winged Spadebill	アカパネヒラハシタイランチョウ	

日本工営株式会社
中南米工営株式会社

No	学名	英語名	和名	レッドリスト トカテゴリー	
8	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	White-chinned Petrel	ノドジロクロミズナギドリ		
9	<i>Procnias nudicollis</i>	Bare-throated Bellbird	ハゲノドスズドリ		
10	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Channel-billed Toucan	ヒムネオオハシ		
11	<i>Sporophila falcirostris</i>	Temminck's Seedeater	ヒメウソ		
12	<i>Sporophila frontalis</i>	Buffy-fronted Seedeater	シロビタイヒメウソ		
13	<i>Tangara peruviana</i>	Black-backed Tanager	セグロフウキンチョウ		
14	<i>Accipiter poliogaster</i>	Gray-bellied Hawk	セグロオオタカ		NT
15	<i>Buteogallus aequinoctialis</i>	Rufous Crab Hawk	カニクイノスリ		
16	<i>Calidris canutus</i>	Red Knot	コオバシギ		
17	<i>Calidris pusilla</i>	Semipalmated Sandpiper	シギチドリ的一种 (和名無し)		
18	<i>Carpornis cucullata</i>		ズキンカザリドリ		
19	<i>Contopus cooperi</i>		ナキヒタキモドキ		
20	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	Azure Jay	アオサンジャク		
21	<i>Dacnis nigripes</i>	Black-legged Dacnis	アングロヒワミツドリ		
22	<i>Falco deiroleucus</i>	Orange-breasted Falcon	アカハラハヤブサ		
23	<i>Harpia harpyja</i>	Harpy Eagle	オウギワシ		
24	<i>Leucopternis polionotus</i>		セグロノスリ		
25	<i>Lipaugus lanioides</i>	Cinnamon-vented Piha	チャイロムジカザリドリ		
26	<i>Malacoptila striata</i>	Chestnut-crested Puffbird; Crescent-crested Puffbird	ミカヅキオオガシラ		
27	<i>Merulaxis ater</i>	Slaty Bristlefront	ケビタイオタテドリ		
28	<i>Myrmotherula unicolor</i>	Unicolored Antwren	ムヂヒメアリサザイ		
29	<i>Phibalura flavirostris</i>	Swallow-tailed Cotinga	ツバメカザリドリ		
30	<i>Phylloscartes oustaleti</i>	Oustalet's Tyrannulet	ミミグロコバシハエトリ		
31	<i>Phylloscartes paulista</i>		キマユコバシハエトリ		
32	<i>Psilorhamphus guttatus</i>	Spotted Bamboowren	ホシオタテドリ		
33	<i>Ramphodon naevius</i>	Saw-billed Hermit	ノコハシハチドリ		
34	<i>Spheniscus magellanicus</i>	Magellanic Penguin	マゼランペンギン		
35	<i>Spizaetus ornatus</i>	Ornate Hawk- Eagle	アカエリクマタカ		
36	<i>Thalassarche melanophris</i>		マユグロアホウドリ		
37	<i>Thraupis cyanoptera</i>	Azure-shouldered Tanager	オオソライロフウキンチョウ		
38	<i>Triclaria malachitacea</i>	Blue-bellied Parrot	アオハラインコ		

注: IUCN カテゴリー、絶滅危惧(絶滅寸前):CR,絶滅危惧:EN,危急:VU)、低リスク危惧(準絶滅危惧:NT、低リスク:LC)※LC(低リスクは161種数(割愛)が記録されている

出典: Ramsar Information Sheet in Environmental Protection Area of Cananeia-Iguape-Peruibe

CITES (絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約) で国際的な取引を規制されている種について表 10.16 に示す。IUCN レッドリスト記載種がほとんどである。

表10.16 カナネイアーイグワペールイベ景観保護地域で確認された CITES 付録表 I 記載種

No	学名	一般名 (英語)	和名	IUCN レッドリスト トカテゴリー
Mammal/Reptiles/Marine mammals				
1	<i>Leontopithecus caissara</i>	Black-faced Lion Tamarin; Superagui Lion Tamarin	クロガシラライオンタマリン	CR
2	<i>Panthera onca</i>	-	ジャガー	EN
3	<i>Caiman latirostris</i>	-	カイマン	-
4	<i>Sotalia guianensis</i>	-	ギアナコビトイルカ	-
Birds				
1	<i>Amazona brasiliensis</i>	Red-tailed Amazon	アカオボウシインコ	VU
2	<i>Eudocimus ruber</i>	Scarlet Ibis	ショウジョウトキ	LC
3	<i>Harpia harpyja</i>	Harpy Eagle	オウギワシ	NT
4	<i>Phoenicopterus ruber</i>	American Flamingo; Greater Flamingo	ベニイロフラミンゴ	LC
5	<i>Pionopsitta pileata</i>	Pileated Parrot	ヒガシラインコ	LC

注: IUCN カテゴリー、絶滅危惧(絶滅寸前):CR,絶滅危惧:EN,危急:VU)、低リスク危惧(準絶滅危惧:NT、低リスク:LC)

出典: Ramsar Information Sheet in Environmental Protection Area of Cananeia-Iguape-Peruibe

10.2.2 社会環境

(1) 人口

事業対象の9市における人口及び人口増加率は表10.17に示す。人口増加率は鈍化の傾向にあり、2000年から2010年までの10年間ににおける人口増加率は高い順にベルチオガの4.72%、モンガグアの1.92%、ペルイベの1.51%であった。なお、本事業対象地域はペルイベを中心とした週末の行楽地であり、行楽シーズンにはペルイベでは通常の2倍程度の人口が見込まれている。人口密度は最大でグアルジャの2,026.80(人/km²)、最小でベルチオガの97.21(人/km²)である。

表10.17 各自治体における人口及び人口増加率

市	人口(人)			人口増加率(%)		人口密度 ¹ (人/km ²)
	全体	都市	地方	1991-2000	2000-2010	
ペルイベ	59,773	59,105	668	5.14	1.51	184.40
イタニャエン	87,057	86,242	815	5.08	1.92	144.69
モンガグア	46,293	46,091	202	7.04	2.81	326.00
クバトン	118,720	118,720	-	1.94	0.92	830.91
グアルジャ	290,752	290,696	56	2.59	0.96	2,026.80
ベルチオガ	47,645	46,867	778	11.29	4.72	97.21
プライア・グランデ	262,051	262,051	-	5.12	3.07	1,781.87
サントス	419,400	419,086	314	0.01	0.03	1,494.26
サン・ピセンテ	332,445	331,817	628	1.37	0.91	2,247.88

注1: 人口センサス IBGE (BRAZILIAN INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND STATISTICS), (2010)より算出
出典: コンセプト・スタディ (ATRAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO)(2013)

(2) 教育

事業対象自治体における、教育施設数は表10.18に示すとおりである。

表10.18 各市における教育施設数

市	幼稚園 (4歳～6歳)	初等教育 (6歳～14歳対象)	中等教育 (15歳～17歳対象)
ペルイベ	27	44	17
イタニャエン	41	51	14
モンガグア	22	31	10
クバトン	27	43	14
グアルジャ	66	77	30
ベルチオガ	22	32	14
プライア・グランデ	75	109	42
サントス	161	156	64
サン・ピセンテ	111	108	39

出典: 人口センサス IBGE (BRAZILIAN INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND STATISTICS), (2010)より算出

また、バイシャーダ・サンチスタ地域の非識字率について25歳以上で少なくとも1つの言語で簡易な読み書きができない人口の割合を表10.19に整理した。各自治体において1991年から2010年の非識字率は大きく低下し、3分の1程度に減少している。また、サントス市は常に高い識字率を示している。

表10.19 各市における25歳以上の非識字率

市	1991年	2000年	2010年
イタニャエン	14.6	8.8	5.5
モンガグア	16.0	10.4	7.0
クバトン	17.7	11.7	6.6
グアルジャ	17.2	10.9	6.3
ベルチオガ	15.5	10.2	6.8
プライア・グランデ	12.4	8.1	4.9
サントス	6.0	4.2	2.5
サン・ピセンテ	10.9	8.0	5.1

出典：IBGE, Population Censuses

(3) 保健・医療

公衆衛生に資する社会基盤の質を評価するため、水因性疾患患者の受診件数を表10.20に整理した。統計にはコレラ、腸チフスおよびパラチフス、シゲル症、アメーバ症、感染が疑われる下痢および胃腸炎、その他の腸管感染症、シストソーマ症の件数が反映されている。2000年から2020年の間に、当該疾患の患者数は大幅に減少しており、住民の衛生状態の改善がみられる。地域全体としては2000年から2020年にかけて水因性疾患の受診件数が5分の1程度まで減少している。

表10.20 各市における水因性疾患患者の受診件数(2000-2020年)

市	2000年	2010年	2020年
ペルイベ	52	31	2
イタニャエン	3	7	11
モンガグア	31	15	1
クバトン	21	44	9
グアルジャ	238	58	27
ベルチオガ	163	42	15
プライア・グランデ	41	14	14
サントス	89	41	17
サン・ピセンテ	145	104	44
合計	783	356	140

出典：Ministry of Health (MS), Hospital Information System of the Brazilian National Health System (SIH/SUS).

(4) 産業

事業対象の自治体、地域全体及びサンパウロ州の産業別就業人口及び正規雇用者の12月の平均月収を表10.21に示す。全体の傾向としてサービス業における就業人口率が最も高く、次いで卸売り、小売業等を含む商業となっている。対照的に、農業、工業の正規雇用人口は非常に低い値となっている。

表10.21 事業対象地域及びサンパウロ州におけるセクター毎の雇用及び平均賃金(2019)

セクター	ペルイベ		イタニャエン		モンガグア		クバトン	
	就業人口率 (%)	平均月収 (リアル)						
農業、畜産、林業生産、水産及び水産	0.40	1,237.15	0.49	1,356.76	0.01	1,652.00	0.04	1,406.97
工業	2.04	3,092.12	3.84	2,995.49	2.86	3,316.34	38.24	6,036.67
建設業	6.14	2,419.54	1.73	1,976.91	9.84	1,930.47	8.67	2,801.72
卸売・小売業、貿易及び自動車・自動二輪の修理	35.18	1,925.25	30.88	1,873.74	29.60	2,002.34	12.47	2,484.06
サービス業	56.24	2,571.19	63.06	2,754.74	57.68	3,043.20	40.57	3,029.63
総計/平均	100.00	2,337.49	100.00	2,462.84	100.00	2,634.18	100.00	3,982.19

セクター	グアルジャ		バルチオガ		プライア・グランデ		サントス	
	就業人口率 (%)	平均月収 (リアル)						
農業、畜産、林業生産、水産及び水産	0.41	2,559.00	0.13	1,758.66	0.03	1,605.40	0.17	2,241.17
工業	3.58	5,153.09	1.37	3,206.57	2.94	2,457.60	5.25	6,256.28
建設業	2.18	2,212.61	3.32	2,253.64	8.38	2,257.17	4.04	2,870.49
卸売・小売業、貿易及び自動車・自動二輪の修理	25.71	2,021.80	27.61	1,962.89	30.25	2,050.99	16.87	2,311.16
サービス業	68.10	3,834.91	67.58	3,767.94	58.40	3,197.14	73.67	3,379.13
総計/平均	100.00	3,383.43	100.00	3,214.06	100.00	2,772.07	100.00	3,296.58

セクター	サン・ピセンテ		バイシャーダ・サンチスタ地域		サンパウロ州	
	就業人口率 (%)	平均月収 (リアル)	就業人口率 (%)	平均月収 (リアル)	就業人口率 (%)	平均月収 (リアル)
農業、畜産、林業生産、水産及び水産	0.01	2,034.33	0.17	2,082.95	2.32	2,085.74
工業	3.29	3,373.82	6.34	5,450.46	17.20	3,930.94
建設業	3.48	2,759.32	4.69	2,586.00	4.20	2,792.65
卸売・小売業、貿易及び自動車・自動二輪の修理	32.27	2,060.36	22.58	2,132.68	19.81	2,683.51
サービス業	60.95	3,069.35	66.23	3,343.85	56.48	3,781.97
総計/平均	100.00	2,737.53	100.00	3,146.79	100.00	3,510.79

出典：SEADE(2019)に基づいて調査団が算出

(5) 住民移転・用地取得

現段階の施設整備計画において、前述のとおり既存の下水処理場の拡張用地は SABESP の所有地である。一方、下水道ポンプ場用地、上水道配水池・ポンプ場の建設予定地は公有地及び私有地が混在しており、このうち、私有地に関しては本事業実施のために用地の取得が必要となる。上水道配水池・ポンプ場の建設予定地 1 か所については所有者と交渉中、下水道のポンプ場 29 か所については SABESP により詳細情報を精査中であり、詳細は 11.4 章に記載のとおりである。なお、本事業の用地取得による非自発的住民移転は発生しない見込みである。

(6) 少数民族・先住民

ブラジルには305の異なる民族が存在し、274の言語が存在する。2010年のセンサスによると、817,963人が先住民として記録されている。バイシャーダ・サンチスタ地域においては、ベルチオガ及びペルイベに先住民の村（それぞれ Vista Linda 下水処理場より20km程度、P2下水処理場より3.5km程度に位置）が、クバトンにはキロンボラコミュニティ（黒人奴隷が脱走して独自の生活を行っている民族）が位置しているものの、本事業の実施地域外である。また、本事業の特性、つまり少数民族及び先住民の水資源へのアクセスを妨げるものではない点、公衆衛生の向上に貢献する点を考慮すると、それらのグループに対する負の影響は現時点では予見されていない。しかしながら、詳細については環境社会配慮調査、社会経済調査等を通じて詳細情報を収集し、事業の影響を評価する。

(7) 土地利用

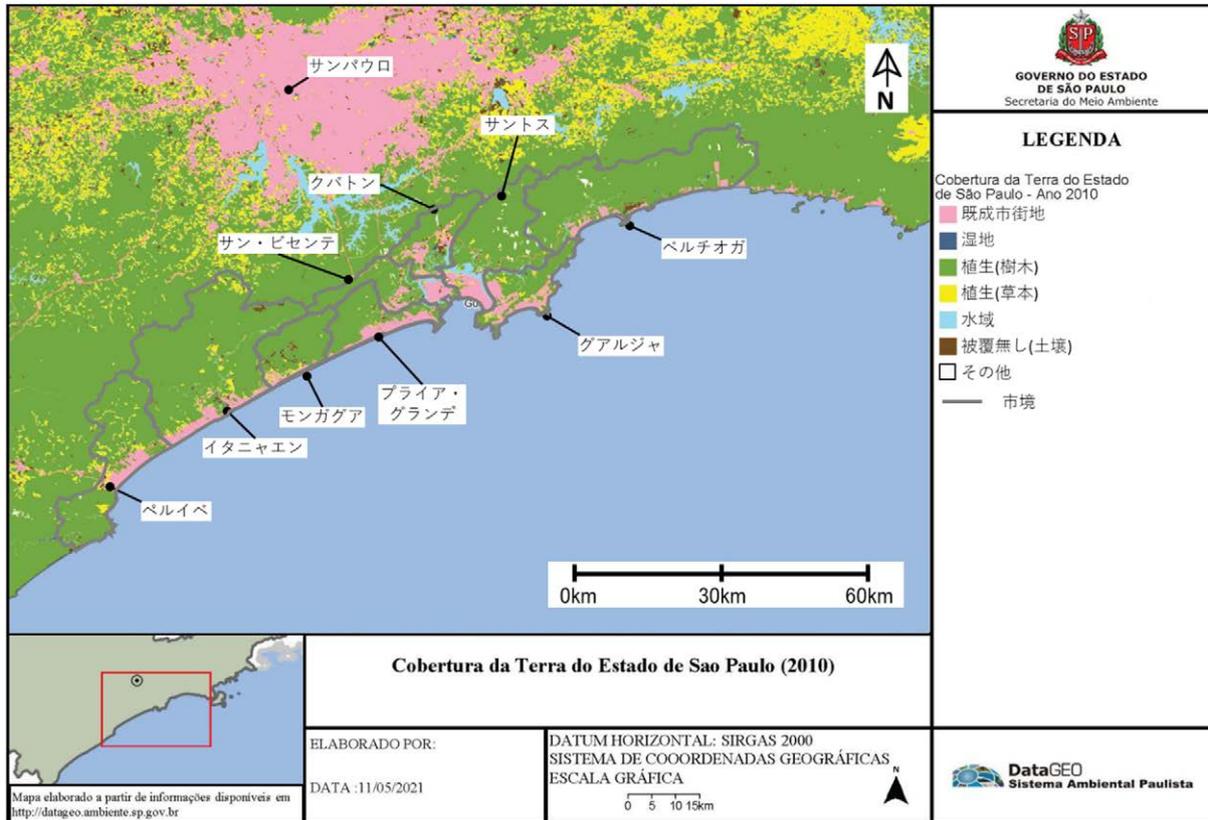
バイシャーダ・サンチスタ地域はサンパウロ州南東の沿岸部に位置し、総面積2,373km²を占めている。土地利用は既成市街地、植生(樹木及び草本)、水域、被覆無し及びその他としてサンパウロ州の統計データが発行されている。表10.22に示すとおり、事業対象としている10箇所の既存下水処理施設が位置している6つの市において半分以上の範囲が植生(樹木)であり、次いで既成市街地となっている。

また、土地利用図を図10.10に、都市計画による用途地域図を図10.11に示す。地域内の都市計画による用途区分は9区分となっており、1次林若しくは2次林、保全対象となる森林は積極的な保全及び法規制の対象となる Zone1、居住地と植生の混在や地学的なリスクが伴う可能性のある Zone2、農業や農産用地、都市活動や都市施設の為の用地等に分類されている。本事業が対象とする上水道/下水道コンポーネントは都市集落及び工業・商業地域及び都市インフラ地域に位置しており、保全対象である Zone1/Zone2 は含まれていない。

表10.22 事業対象市における土地利用分類

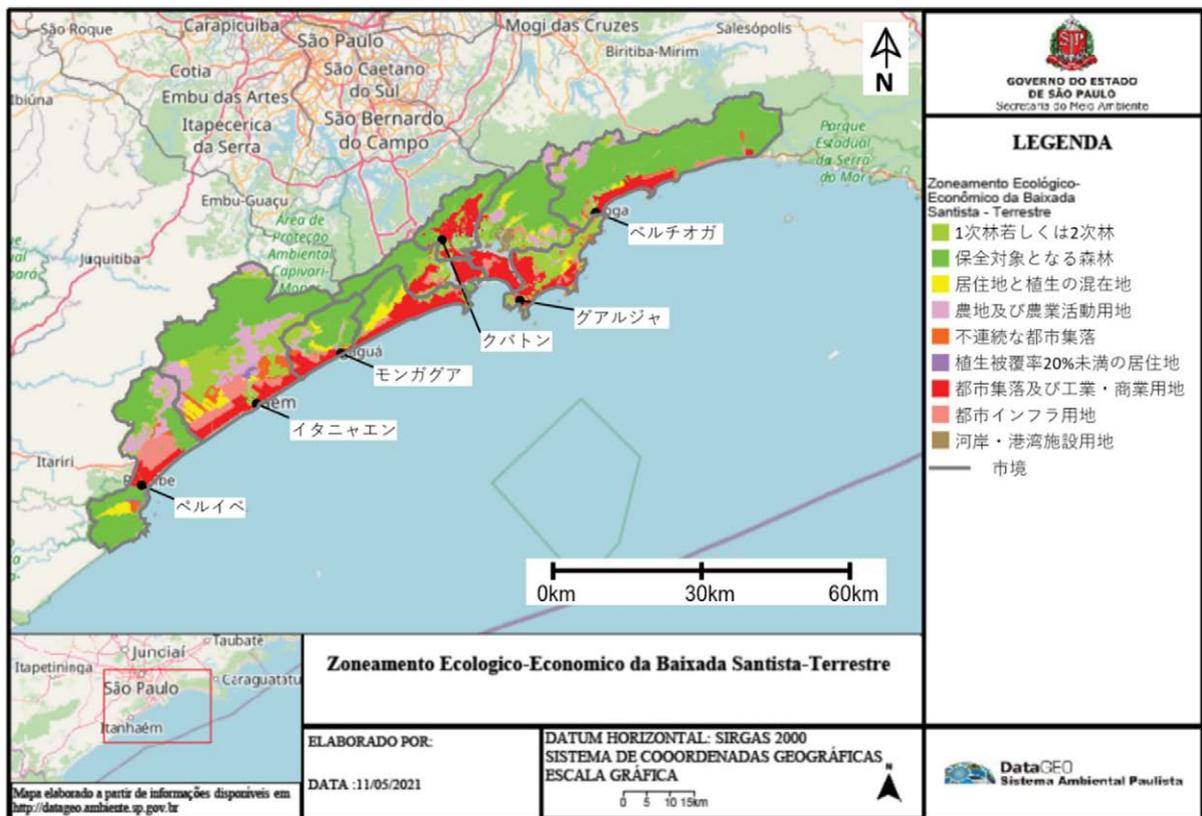
土地利用分類	各市における土地利用分類別面積 (km ²)								
	ペルイベ	イタニエン	モンカグア	クバトン	グアルジャ	ベルチオガ	フライ・クランテ	サントス	サン・ピセンテ
既成市街地	29.88	41.66	14.95	21.75	37.09	24.02	40.44	27.87	36.48
湿地	0.43	0.00	0.00	1.68	0.17	0.92	0.00	0.74	0.00
植生(樹木)	263.36	529.13	114.84	97.08	82.88	440.05	101.64	102.58	207.3
植生(草本)	19.12	17.04	5.61	6.01	8.98	1.39	0.89	1.75	5.06
水域	2.73	6.30	0.57	9.44	11.38	9.62	1.99	10.98	23.79
裸地	6.67	5.34	5.78	5.99	1.49	6.75	1.93	3.13	2.51
その他	1.55	2.10	0.00	0.00	1.27	0.78	0.08	0.15	0.13

出典：DATAGEO(2010)



出典: DATAGEO 公表の図を基に調査団編集

図10.10 バイシャーダ・サンチスタ地域における土地利用図



出典: DATAGEO 公表の図を基に調査団編集

図10.11 バイシャーダ・サンチスタ地域における用途地域

(8) 文化遺産

サンパウロ州の文化遺産に関する情報を保護、評価、伝達する組織である歴史的、考古学的、芸術的、観光遺産の防衛のための評議会（Council for the Defense of Historical, Archaeological, Artistic and Tourist Heritage : CONDEPHAAT）の Website(<http://condephaat.sp.gov.br/>)によると、本事業対象施設の近隣には文化遺産は存在しない。

(9) 廃棄物

SABESP によると、現在バイシャーダ・サンチスタ地域の下水処理施設の汚泥は、全てサントス市とグアルジャ市の間にある Sitio das Neves 処分場へ定期的に運搬され、埋め立て処分されている。同処分場は、CETESB によって発行された 2023 年まで有効な環境ライセンス (Environmental Operating License) を取得済の正規の処分場であり Terrestre Ambiental 社によって適切に運営されている。現在埋立地として稼働しているのは、SA-3 と呼ばれるエリアで、産業廃棄物および家庭廃棄物の非危険クラス IIA（非不活性）およびクラス IIB（不活性）を受け入れている。同エリアの面積は 100,800m²で、2023 年までに 2,352,000 トンの埋立処分を見込んでいる。

Terrestre Ambiental 社から提供された情報によると、2023 年以降は、SA-2 と呼ばれるエリアと、A-1 と呼ばれるエリアの一部の修復（統合）により、埋め立てエリアを拡大する計画である。これらの改修により、同処分場の推定耐用年数は 2032 年となる予定であり、同社による環境ライセンスの取得手続きが必要となると想定される。

なお、SABESP の既存処理場からの汚泥の運搬については、CETESB のオペレーションライセンスを取得した正規業者が担当している。本事業の対象となる下水処理場は施設の拡張後も同様に適切な汚泥処分を行う予定である。



出典：調査団撮影(2021年8月18日)

図10.12 調査団撮影による Sitio das Neves 処分場の現状

10.3 環境社会配慮制度・組織の確認

10.3.1 ブラジル国の環境影響評価制度

ブラジルにおける環境政策と現在の法制度の枠組みは、1981年8月31日に国家環境政策法（National Environmental Policy Law No. 6938/81）により定められている。国家環境政策法を受けて、1988年に改定されたブラジル国憲法/1988（Federal Constitution 1988）第225条で、環境保全を政府とともに全社会の責任と定めている。さらに、第23条で国、州及び連邦区そして市の3段階の行政が環境の保全と汚染防止に対する行政権限を持つことを定め、第24条で国、州及び連邦区に環境の保全に関わる法の整備を共同して行うことを義務づけている。

国は環境に関わる一般的な連邦法令を整備し、これに基づいて各州は、一般的に連邦法令より厳しい州の法令を定める傾向にある。開発の重要度に応じてブラジル環境・再生可能天然資源院（IBAMA）、州・市環境当局がEIAを通じて事業の環境影響評価を行った上で、開発許可を審査して発行している。

事業者と環境関連組織との事前協議において、当該プロジェクトの環境ライセンスを担当する機関（IBAMA、州・市環境当局）が決定される。基本的には事前ライセンス（PL:Prior License）、設置ライセンス（IL:Installation License）及び操業ライセンス（OL:Operation License）の3点の取得が必要となるが、環境への影響が小さいと判断されるプロジェクトに対しては一部環境ライセンスが免除される場合もあり、取得が必要となる環境ライセンス（PL,IL及びOL）及びそれに必要な手続きの種類はIBAMAによって決定される。

取得が必要となる環境ライセンスが決定した後、必要な調査とその報告書（環境影響評価/環境影響評価書（EIA/RIMA2）、簡易環境評価/簡易環境影響評価書（EAS/RAS3）、リスク評価書（AR4）等）の種類が決定される。EIA/RIMA2の手続きが必要となるプロジェクトは、CONAMA Resolution 01/86及び同05/87に挙げられているプロジェクトであるが、上記に示す通り、環境ライセンスを担当する機関は、CONAMA Resolution 237/97第10条の規定において必要とされる調査・書類を決定する権限を有しており、同機関の裁量で調査の種類が決定される。必要な調査の種類の決定には、環境ライセンスを担当する機関の裁量によるところが大きく、標準化・統一化されていない。

10.3.2 関係機関の概要

本事業の環境影響評価に関連するブラジルにおける代表的な機関を表 10.23 に示す。

表10.23 環境管理に関連するブラジルにおける代表的な機関

組織	職責
環境省 (Ministério do Meio Ambiente : MMA)	環境を管轄する連邦政府の中央機関であり、1990年に環境庁として設立後、1992年に現在の環境省が設立された。国としての環境政策とそれに伴うガイドラインの策定を所管している。国家の環境政策に関連する計画、調整及びモニタリングを行うことが責務である。また、森林行政も管轄しており、林業全般のほか、アマゾン開発に関わる諸政策や環境政策に関する立案・調整管理等を担っている。
ブラジル環境・再生可能天然資源院 (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis :IBAMA)	MMAの下部機関であり、1989年2月22日に設立された。環境ライセンスを通じたものを含め、連邦環境法の遵守を強制し、環境に害を及ぼす可能性のある活動を監視および管理する。同機関は環境アセスメントの責任機関でもあり、企業の資源開発に対する許認可(Licenciamento Ambiental)の権限を保有している。
ブラジル環境省国家環境審議会 (Conselho Nacional do Meio Ambiente:CONAMA)	MMAに属す規範・諮問・規制機関であり、特に排出基準やさまざまな産業活動のライセンス規則 (CONAMA) の策定を行う。また、EIA手続きについても管轄している。さらに、IBAMAの通達に対する不服申立てについて最終的な決定を行う。環境関連の現実的な問題に関する決議の大多数は CONAMAによって提案されたものであり、法律よりも決議の形がとられる。
シコ・メンデス生物多様性保全研究所 (Chico Mendes Institute of Conservation and Biodiversity:ICMBio)	ICMBioはMMAに2007年に設立された(法律第11,516号)組織であり、ブラジルの領土のほぼ9%を占める連邦自然保護地域の管理を専門とする。保護区の管理や監視など、保護地域の国内システムの下で自然保護区の維持管理活動を実施する組織であり、ラムサール条約湿地の管理も同機関が行う。ICMBioは、連邦直轄区のブラジルに全国本部がある。また、これらの保護区内で警察権を行使する能力がある。
サンパウロ州環境衛生技術公社 (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo : CETESB)	CETESBはサンパウロ州の環境行政機関である。CETESBは実施される事業や活動に関する環境許可の権限を持ち、本事業の各施設の環境アセスメント手続きの審査機関である。CETESBは環境許可の必要性の判断と必要な場合に、どのような手続きが必要なのかを事業者と協議して決定する。

出典：調査団作成

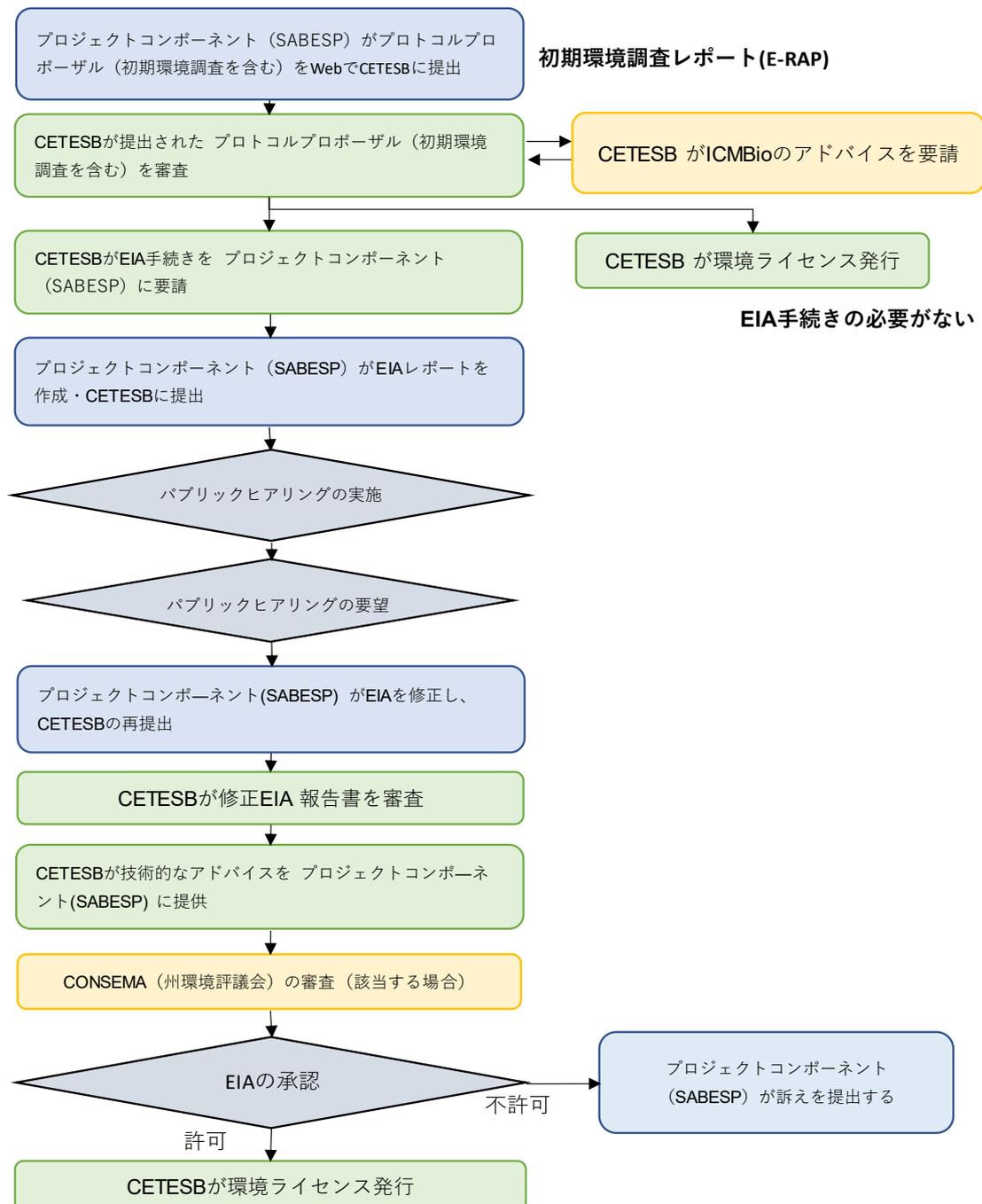
10.3.3 本プロジェクトのEIA手続きフロー

ブラジルでは、事業者は開発事業を行うにあたり、その計画段階から実施段階までに、CONAMA Resolution 01/86 及び同 237/97 の規定に従い、環境に対する手続きとして、基本的に前述の PL,IL,OL の計3回の環境に関するライセンスを受領しなければならない。各ライセンスの概要及び有効期限は、CONAMA Resolution237/97 で規定されている。各州の規定と同 Resolution の規定が異なる場合は各州の規定が優先する。CONAMA Resolution237/97 の第10条では、「要求するライセンスに対応するプロセスを開始するために、事業者との協議の下、環境監督機関 (IBAMA (連邦レベル)、州・市環境当局) は必要とされる書類、環境計画及び環境調査を決定する。」と規定されている。同規定に基づき、事業者は環境ライセンス取得の第1段階として、対応する環境監督機関との事前協議を実施する。

本事業はEIAが必要とされる事業としては地方自治体であるサンパウロ州が監理・監督するものであり、州の環境行政機関である CETESB が EIA 審査機関となることを SABESP が確認済である。本事業の CP である SABESP は類似事業での CETESB との協議経験から、本事業は公共性が高くまた環境へ大きな負荷を与える可能性は高くないと判断しており、ブラジル法令等での EIA 手続きは要請されないと想定している。SABESP は既存施設の拡張となる 10 施設については初期環境調査報告書 (Relatório Ambiental Preliminar : E-RAP) を含む拡張工事に関する計画資料を

CETESB に提出することで環境ライセンスが得られるという認識である。2021年5月現在、SABESP は5か所については既に関係書類を提出済みであり、残りの5か所についても現在必要書類を準備中とのことである。

なお、EIA 手続きを要請された場合は図 10.13 の手続きに沿って EIA が実施される。SABESP によると、EIA が必要な場合には、大体審査開始から EIA 承認まで1~1.5年を必要とするとのことである。



出典：SABESP からのヒアリングにより調査団作成

図10.13 サンパウロ州での EIA 手続き

10.3.4 JICA ガイドラインと国内法の比較

JICA ガイドライン及び世界銀行セーフガードと、ブラジル国の EIA 関連法との比較を行い、相違点について本事業の対応方針を表 10.24 に示す。但し対応方針については、今後 CP である SABESP と協議して最終化する。

表10.24 JICA ガイドラインと国内法の比較結果及び相違点解消の方針

対象事項	JICA ガイドライン	相手国制度	ギャップの有無 及び対処方針
基本的事項	<ul style="list-style-type: none"> - プロジェクトを実施するに当たっては、その計画段階で、プロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、できる限り早期から、調査・検討を行い、これを回避・最小化するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。(JICA ガイドライン、別紙 1.1) 	<ul style="list-style-type: none"> - 連邦憲法（第 225 条第 1 項第 4 号）では、環境を著しく悪化させる可能性のある活動を行う場合、環境影響に関する事前調査を行う、としている。 - CONAMA Resolution No. 01/19 86 は、EIA を作成する必要がある事業を定義している。 - 影響範囲の環境診断（環境影響とその代替案の分析、緩和策を含む）の定義については、CONAMA Resolution No.01/19 86 に規定されている。 	<p>本プロジェクトは下水処理施設の拡張及び新設であることから、「環境を著しく悪化させる可能性のある活動を行う場合」に該当しない可能性が高い。また、10 か所の既存施設については建築時に許可を得ていることから、拡張に関連する環境情報について申請書の一部として RAP(初期環境調査報告書)を CETESB に提出報告する必要はあるものの、EIA 手続きは必要がない。</p>
情報公開	<ul style="list-style-type: none"> - 環境アセスメント報告書(制度によっては異なる名称の場合もある)は、プロジェクトが実施される国で公用語または広く使用されている言語で書かれていなければならない。また、説明に際しては、地域の人々が理解できる言語と様式による書面が作成されねばならない。 - 環境アセスメント報告書は、地域住民等も含め、プロジェクトが実施される国において公開されており、地域住民等のステークホルダーがいつでも閲覧可能であり、また、コピーの取得が認められていることが要求される。(JICA ガイドライン、別紙 2) 	<ul style="list-style-type: none"> - ブラジルの公用語はポルトガル語であり、EIA は公用語で作成されることが一般的である。EIA 規則では言語については言及していないが、ステークホルダーがアクセス可能な言語で表現された情報を用いて、ステークホルダーの理解のために客観的かつ適切な方法で提示されるべきであると記述されている。 - CONAMA Resolution No. 01/19 86 (第 11 条)によると、EIA レポートは技術的分析の期間中も含めて環境ライセンス機関とともに一般に公開される。閲覧期間外での公開やコピーの取得については記載がない。 	<p>大きなギャップはない。EIA のコピー取得については特に規定はないが、法的な問題がなければ本事業での対策として提案する。その際には違法な採集等の被害を防ぐため保護種の生息情報等などについての公開は差し控える。</p>
住民協議	<ul style="list-style-type: none"> - 特に、環境に与える影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、プロジェクト計画の代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されることが必要である。(JICA ガイドライン、別紙 1、社会的合意 .1) - 環境アセスメント報告書作成に当たり、事前に十分な情報が公開されたうえで、地域住民等のステークホルダーと協議が行われ、協議記録等が作成されていなければならない。 	<ul style="list-style-type: none"> - パブリックコンサルテーションは、許認可プロセスへの一般市民の参加を促すために法律で定められており、回数に制限はないが、全ての利害関係者がアクセスできる場所で実施することが規定されている。その目的は、利害関係者に EIA の内容を公開し、疑問点を明らかにし、参加者から批判や提案を集めることである。参加者とは、プロジェクト推進者、プロジェクトに関わる公私の団体、NGO、地域社会、その他のステークホルダーを指す。 - パブリックコンサルテーションの実施は、EIA を受領した後、環境許可機関が要請する。市民団体、公共省庁、ま 	<p>ブラジル国の法令だと EIA 受領後に実施することが義務付けられているが、実施するパブリックコンサルテーションの回数や時期については、事業者に委ねられる。</p> <p>2021 年 3 月時点で CP 機関である SABESP より一般住民に対してステークホルダー協議等で情報公開を行うことは時期尚早であると申し入れがあったため、実施していない。今後、SABESP が環境ライセンスを取得する手続きにそって、必要に応じてステークホルダー協議を実施するよう、申し入れている。</p>

対象事項	JICA ガイドライン	相手国制度	ギャップの有無 及び対処方針
	<ul style="list-style-type: none"> - 地域住民等のステークホルダーとの協議は、プロジェクトの準備期間・実施期間を通じて必要に応じて行われるべきであるが、特に環境影響評価項目選定時とドラフト作成時には協議が行われていることが望ましい。(JICA ガイドライン、別紙2.カテゴリ A に必要な環境アセスメント報告書) 	<p>たは 50 人以上の市民も要請することができる (CONAMA Resolution No.09/1987,第 2 条)。</p>	
環境評価対象目	<ul style="list-style-type: none"> - 環境社会配慮に関して調査・検討すべき影響の範囲には、大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生態系及び生物相等を通じた、人間の健康と安全及び自然環境への影響（越境の又は地球規模の環境影響を含む）並びに以下に列挙する様な事項への社会配慮を含む。非自発的住民移転等人口移動、雇用や生計手段等の地域経済、土地利用や地域資源利用、社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、既存の社会インフラや社会サービス、貧困層や先住民民族など社会的に脆弱なグループ、被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、ジェンダー、子どもの権利、文化遺産、地域における利害の対立、HIV/AIDS 等の感染症、労働環境 労働安全を含む。(JICA ガイドライン、別紙 1. 検討する影響のスコープ.1) - 調査・検討すべき影響は、プロジェクトの直接的、即時的な影響のみならず、合理的と考えられる範囲内で、派生的・二次的な影響、累積的影響、不可分一体の事業の影響も含む。また、プロジェクトのライフサイクルにわたる影響を考慮することが望ましい。(JICA ガイドライン、別紙 1. 検討する影響のスコープ.2) 	<ul style="list-style-type: none"> - プロジェクトおよびその代替案による物理的、生物的、社会経済的環境への正負の環境影響（期間、可逆性、大きさ、即時か中期・長期か、一時的か恒久的か、累積的・相乗的特性、その他）を、直接的または間接的に評価し、負の影響を緩和し、正の影響を増強するための対策を提示し、EIA を作成して予見しなければならないと、CONAMA Resolution No. 01/1986 (第 6 条)に規定されている。 	<p>Resolution には検証すべき影響項目が記載されていない。 よって JICA のガイドラインに準拠し、またブラジルの一般的な EIA ではあまり検討が行われない影響項目である「社会的弱者」、「ジェンダー」、「子供の権利」、「感染症」、等の社会的影響項目を評価対象として含むものとする。</p>
モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> - モニタリング結果を、当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーに公表するよう努めなければならない。(JICA ガイドライン、別紙 1、モニタリング.3) - 第三者等から、環境社会配慮が十分でないなどの具体的な指摘があった場合には、当該プロジェクトに関わるステークホルダーが参加して対策を協議・検討するための場が十分な情報公開のもとに設けられ、問題解決に向けた手順が合意されるよう努めなければならない。(JICA ガイドライン、別紙 1,モニタリング.4) 	<ul style="list-style-type: none"> - 環境モニタリングプログラムの作成と工事の実施状況のフォローアップは CONAMA Resolution No.01/1986 で定められているが、環境プログラムの実施にかかる費用の予測は含まれていない。 - 提案される環境プログラムの中には、プロジェクトの影響を受けるステークホルダー間の対立を解決するための社会的コミュニケーションプログラムも含まれる。 	<p>環境モニタリングプログラムを履行／実行するためのコスト予測と、そのコストを調達するための財務方法を検討する。 環境管理計画に社会的コミュニケーションプログラムを提案する。 情報公開については SABESP と協議して彼ら Web サイトなどでの公開を計画する。</p>

対象事項	JICA ガイドライン	相手国制度	ギャップの有無 及び対処方針
生態系及び生物相	<ul style="list-style-type: none"> - プロジェクトは、重要な自然生息地または重要な森林の著しい転換または著しい劣化を伴うものであってはならない。 - プロジェクトは、原則として、政府が法令等により自然保護や文化遺産保護のために特に指定した地域の外で実施されねばならない。 	<ul style="list-style-type: none"> - 国家環境政策法及びブラジル国憲法 /1988 (Federal Constitution1988) 第 225 条で、環境保全を政府とともに全社会の責任と定めている。さらに、第 23 条で国、州及び連邦区そして市の 3 段階の行政が環境の保全と汚染防止に対する行政権限を持つことを定め、第 24 条で国、州及び連邦区に環境の保全に関わる法の整備を共同して行うことを義務づけており、生態系及び生物相の保護も国家の重要な役割としている。 - ブラジル政府の国家保全単位システムでは、環境保護区は大きく厳正保護区と持続的利用区に分けられている。 	<p>本事業では 10 か所の既存施設の改修は既に都市地域として開発された地域であり、生態系及び生物相への影響は間接的かつ限定的である。</p>
先住民族	<ul style="list-style-type: none"> - プロジェクトが先住民族に及ぼす影響は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補填するために、実効性ある先住民族のための対策が講じられなければならない。 	<ul style="list-style-type: none"> - 事業の環境ライセンスを取得するためには、有効な法律を遵守し、あらゆる手段で発生する影響を予見しなければならない。先住民族の土地で影響が確認された場合、他の影響を受ける地域と同様に、影響を最小限に抑えるための措置が取られ、そうでなければプロジェクトの環境ライセンスは発行されない。先住民族の土地に関する具体的なケースは、CONAMA Resolution No. 01/1986 には明確に書かれていないが、第 5 条で社会経済環境について例示している。 	<p>本事業エリアにはブラジル国や IUCN 等が設定する先住民族居住区等は含んでいないことを前提としているが、本調査では、先住民族の土地について、プロジェクトで発生する可能性のある影響を調査する。また、本業務では別途社会調査を実施しているので、そちらのデータも活用する。</p>

出典：調査団作成

10.4 代替案(事業を実施しない案を含む)の比較検討

10.4.1 全体計画に対する代替案検討

上水道事業、下水道事業全体についての代替案として、事業を実施しない案（ゼロ・オプション）について検討する（表 10.25）。事業を実施しない場合は当面のコストはかからないものの、下水道部分を実施しない場合は環境面及び財務面で負の影響が大きくなる可能性がある他、上水道部分については水需要に対応できない可能性が高くなることから、事業の実施は不可欠であると評価された。

表10.25 全体計画に対する代替案(ゼロ・オプション)の検討

代替案	自然環境・社会環境	コスト	総合評価
事業全体に対する代替案（下水道）			
事業を実施しない案	汚水の滞留、処理水質の悪化、未処理汚水の放流等により自然環境や生活環境の著しい悪化が懸念される。	当面の投資コストはかからないが、将来的に大きな環境対策費が生じる可能性有	長期的に環境面、財務面で負の影響が大きい
事業全体に対する代替案（上水道）			
事業を実施しない案	夏季の水需要ピーク時の給水制限や水圧低下が生じる。	当面の投資コストはかからない	対象地域の水需要の増加に対応できない

出典：調査団作成

10.4.2 既存施設拡張に対する代替案検討

本事業が対象とする施設はバイシャーダ・サンチスタ地域 9 市に点在しており、処理能力の向上を目的とした既存施設の拡張は 10 か所である。既存施設の拡張であり、3 か所の施設では若干の森林伐採が発生するものの、環境面並びに社会面において大きな影響は想定されず、新設や事業を実施しない場合の将来的なリスクと比較すると、拡張案はコスト、影響面から見てもベスト案とであることが示される。表 10.26 にそれぞれの施設についての代替案検討をまとめる。

表10.26 代替案検討結果(10 箇所の既存施設拡張)

代替案	自然環境・社会環境	コスト	総合評価
1.P2, Guapiranga, Anchieta, Bichoro, Jardim Casquero, Centro, Vista Linda (既存敷地内、伐採無し7箇所)			
代替案-1. 事業を実施しない案	近い将来に未処理汚水放流の増加による公共用水域の水質・生活環境の悪化の可能性有	当面の投資コストはかからないが、将来的に大きな環境対策費が生じる可能性有	長期的に環境面、財務面での負の影響が大きい
代替案-2. 新規処理場の建設	<ul style="list-style-type: none"> - 敷地造成のため広域での樹木の伐採等が発生 - 新規処理場用地取得が発生 - 造成のための建設時の騒音、振動等の影響が新たに発生 - 供用中は公共用水域の水質・生活環境が維持または改善される - 導水路の建設による騒音、振動、交通阻害 - 迷惑施設であるため、新規での建設や住民合意が難しくスケジュール遅延の可能性が高い 	建設費 大 (用地取得費用発生) メンテナンス費 大 (既存及び新規の2箇所でのメンテが必要)	自然環境・社会環境への影響、コストの両面からも負の影響が大きい
代替案-3. 既存施設の拡張	<ul style="list-style-type: none"> - 基本的には SABESP の敷地内での拡張となり、新規用地の獲得は必要ない - 供用中は公共用水域の水質・生活環境が維持または改善される - 導水路の建設による騒音、振動、交通阻害 	建設費 大 メンテナンス費 大	環境負荷は限定的維持管理を考慮すると <u>Best Alternative</u> と想定される。
2. P1(Lama Negra), Barigui, Vicente de Carvalho (伐採を必要とする3箇所)			
代替案-1. 事業を実施しない案	近い将来に未処理汚水放流の増加による公共用水域の水質・生活環境の悪化の可能性有	当面の投資コストはかからないが、将来的に大きな環境対策費が生じる可能性有	長期的に環境面、財務面での負の影響が大きい
代替案-2. 新規処理場の建設	<ul style="list-style-type: none"> - 敷地造成のため広域での樹木の伐採等が発生 - 新規処理場用地の取得が必要 (場所次第) - 建設時の騒音、振動等の影響が新たに発生 - 供用中は公共用水域の水質・生活環境が維持または改善される - 迷惑施設であるため、新規での建設や住民合意が難しくスケジュール遅延の可能性が高い 	建設費 大 メンテナンス費 大 (既存及び新規の2箇所でのメンテが必要)	自然環境・社会環境への影響、コストの両面からも負の影響が大きい
代替案-3. 既存施設の拡張	<ul style="list-style-type: none"> - 代替案-2.に比べ施設用地の総面積が小さくなり樹木の伐採量等が減少) - 基本的には SABESP の敷地内での拡張となり、新規用地の獲得は必要ない - 供用中は公共用水域の水質・生活環境が維持または改善される - 導水路の建設による騒音、振動、交通阻害 	建設費 大 メンテナンス費 大	環境負荷は限定的維持管理を考慮すると <u>Best Alternative</u> と想定される。

出典：調査団作成

10.5 スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

10.5.1 スコーピング

現在想定している下水事業の事業計画に対し、プロジェクトの実施に伴い想定される環境影響を検討した。評価理由を含めてスコーピング案を表 10.27 に整理した。

表10.27 本事業に対する環境社会配慮調査のスコーピング(2021年5月現在)

	影響項目	選定状況		選定理由 (B:工事前、C:工事中、O:供用中)
		工事前/中	供用時	
汚染対策				
1	大気質	✓		B/O: 本事業による影響は予想されない。 C: 建設機械の稼働及び工事用車両の走行により、特に乾季において工事に伴う粉じん等の発生により大気汚染が想定されるが、影響は限定的である。
2	水質	✓	✓	B: 本事業による影響は予想されない。 C: 工事用水の排水は一時的なものであり、大きな影響は想定されない。 O: 既存施設による排水水質の向上により、下水処理水放流先の公共用水域(海域含む)の水質を改善することが想定されるが、今後施設の排水水質等の確認の必要がある。
3	土壌汚染			B/O: 本事業による影響は予想されない。 C: 本事業のそれぞれの施設の工事規模は大きくないことから工事現場における建設機材・建築資材由来の土壌汚染の影響はほとんどないと想定される
4	騒音/振動	✓	✓	B: 本事業による影響は予想されない。 C: 建設機械及び工事用車両による騒音・振動の発生が想定される。それらは一時的であり、ほとんどの施設で集落からは距離があるため、影響は小さいと想定される。なお、下水道管についてはルートによっては特に静寂を必要とする施設(学校、病院など)近くで工事を実施する際には適切な配慮が必要となる。 O: 設備の稼働による騒音・振動の発生が想定されるが、大部分の施設は集落及び家屋から十分に距離があるため、影響は大きくないと想定される。また、家屋に近接している施設に関しては適切な緩和策を講じる必要があることから、その影響を評価し適切な対応をする。
5	地盤沈下			B/C/O: 本事業では上水事業でも水源は表流水のみであり、地下水を利用しないため地盤沈下への影響は予想されない。
6	悪臭		✓	B/C 本事業による影響は予想されない。 O: 下水処理工程において発生する汚泥による周辺地域への悪臭の影響が懸念される。
7	底質			B/C/O: 本事業による影響は予想されない。
8	廃棄物	✓	✓	B: 本事業による影響は予想されない。 C: 工事現場や作業員の宿舎から建設残土、廃材、およびゴミが発生するが工事規模が小さいため、適切に処理を行うことで影響は大きくないと想定される。 O: 既存施設からの下水処理過程で発生する下水汚泥の増加が想定される。
自然環境				
9	地形/地質			B/C: 本事業は既存施設の改良である。そのため大規模な切土・盛土による地形改変を伴わず、地形への影響は最小限であると想定される。また、上水事業についても管路は基本的には既存道路下への敷設となるため、影響は予想されない。 O: 工事完了後は、地形的に安定であるため影響は予想されない。
10	水文/水象			B: 本事業による影響は予想されない。 C: 本事業では河川や湖沼等を改変する事はなく、地下水利用も想定されないため、直接的な水文・水象への影響は予想されない。 O: 工事中と同様であるが、同一流域において集水した水資源を処理後に放流するため周辺地域の水文への影響は軽微であり、影響は予想されない。
11	地下水			B/C/O: 本事業による地下水利用は想定していないため、影響は予想されない。
12		✓		B: 本事業による影響は予想されない。

	影響項目	選定状況		選定理由 (B:工事前、C:工事中、O:供用中)
		工事前/中	供用時	
	生態系/植物相・生物相/生物多様性			C: 一部の既存施設拡張 (P1,Barigui,Vicente de Carvalho) の3か所の施設拡張のために既存森林の伐採の必要性がある。 本事業は既存施設の拡張であり概して都市エリアとして開発されている地域であるため、周辺の生態系には大きく影響しないことが想定される。上水管路及び下水管は道路用地への埋設を想定しており、影響は軽微であると想定される。よって重要な自然地区およびそれに属する生態系への直接的な影響は想定されず、著しい劣化は軽微と想定される。 O: 既存施設10か所は既に居住エリアとして開発されたエリアの一部であり、生態系への直接的な影響は予想されない。
13	保護区	✓	✓	B/C/O: 本事業の対象事業のうち、P1処理場はラムサール条約指定湿原であるCanancla-Inguape-Peruibe景観環境保護区の境界付近であるが、十分に距離があり、排水による影響もないと想定される。また、10箇所全てについて、下流の海洋自然保護地域である海域 (Apa Marinha DO Litoral Centro : IUCN Management Category V) への負荷が軽減され、正の影響が期待される。
14	沿岸域		✓	B:本事業による影響は予想されない。 C:工事用水の排水は一時的なものであり、大きな影響は想定されない。 O: 事業実施区域は沿岸域に隣接しているため、既存施設の拡張による排水水質の向上により、処理水放流先の下流の海洋景観保護地域である海域 (Apa Marinha Do Litoral Centro : IUCN Management CategoryV) の水質を改善することが期待されるが、今後施設の排水水質等の確認の必要がある。
社会環境				
15	非自発的住民移転	✓		B: 既存施設拡張に係る用地は既にSABESPによって取得済である。SABESPによると、既存施設敷地外のポンプ場・配水池建設は状況によっては用地取得の可能性があるとのことである。既に上水事業の配水池については用地交渉を行っているとのことであり、SABESPもできる限り住民移転は避ける意向であることから、大規模な移転は想定されないものの、SABESPによる用地取得 (補償含む) 影響内容・世帯数等の確認を行う。 C/O: 本事業による影響は予想されない。
16	貧困層	✓	✓	B:本事業により貧困層が大きな影響を受けるとは考えにくい、社会調査で詳細情報を入手し確認する。 C: 工事や関連事業において、近隣に居住する貧困層の人々が雇用機会を得る可能性がある。 O: 本事業による貧困層への大きな負の影響は考えにくく、公共用水域の水質が向上することで水を媒介する疫病の発生等が抑えられる等の公共衛生の面から貧困層への正の影響が期待される。
17	少数民族/先住民族	✓	✓	B/C/O: 事業実施区域は既開発地域であり、現時点では少数民族の居住範囲は含まれておらず、本事業による影響は予想されないが、調査で確認する。
18	雇用や生計手段等の地域経済	✓	✓	B: 本事業による影響は予想されない。 C: 建設活動によって生じる商業/雇用機会の増加により、地域経済へ正の影響が予想される。 O:長期的には、事業実施区域の水質が改善されることが地域経済の成長に影響し、商業/雇用機会の増加などが期待される。一方、地元作業員の一時的な雇用機会が終了することにより、建設工事終了後に負の影響が生じる恐れがある。
19	土地利用や地域資源利用	✓		B: 本事業は既存施設の拡張であり、周辺を含め居住地域として開発済の地域であることから、土地利用への影響は大きくないと予想される。 C:土地利用の改変は小規模と考えられ、工事ヤードや作業員の宿舍設営のための土地利用の必要がある場合も、影響は一時的なものに留まる。 O: 本事業による影響は予想されない。
20	水利用、水利権及び共同体の権利	✓	✓	B: 本事業による影響は予想されない。 C: 工事活動による水源へのアクセスの阻害等、水利用への影響は小さく一時的であると考えられる。 O: 上水事業による取水の影響が懸念されるが現時点では評価できないため計画を確認しつつ、評価する。下水事業による公共用水域の水質改善が期待されるため、地域住民の水利用・水利権の質は向上すると予想される。
21	社会インフラや社会サービス	✓	✓	B: 本事業による影響は予想されない。 C: 居住地域に近接したエリアが多いため、一時的な施工ヤードや作業員の宿舍設営、および工事用車両の増加等による交通渋滞、道路下への管路敷設工事による片側通行・車線規制の発生等により社会インフラ及びサービスへの影響が一時的に生じる恐れがある。

	影響項目	選定状況		選定理由 (B:工事前、C:工事中、O:供用中)
		工事前/中	供用時	
				O: 上下水道の整備及び配水・集水区域の拡張による給水サービスの向上及び公共用水域の改善が見込まれることから、公衆衛生の向上と周辺環境の改善等の正の影響が期待できる。
22	地域の意思決定組織社会組織			B/O: 本事業による影響は予想されない。 C: 建設作業員や地域外からの人々の流入によって、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響が予想されるが、一時的なものにとどまるため影響は想定されない。
23	被害と便益の偏在			B/C/O: 本事業は広く公共用水域の水質改善に寄与するものであり、地域内の利害対立の要因となる要素は予想されない。
24	地域内の利害対立			B/C/O: 本事業は広く公共用水域の水質改善に寄与するものであり、地域内の利害対立の要因となる要素は予想されない。
25	宗教施設		✓	B/O: 既存施設近隣には宗教施設は確認されないため、影響は想像されない。 C: 下水管路上に宗教施設などが位置する場合、工事による交通制限等一時的に間接的な影響を受けるとなる可能性がある。
26	文化的・歴史的遺産			B/C/O: 既存施設の拡張は基本的には居住エリアであり、文化的・歴史的遺産は確認されない。
27	景観			B/C: 本事業による影響は予想されない。 O: 既存施設の近隣は基本的には居住エリアであり、周辺に景勝地は確認されず、また既存施設の拡張であることから景観への大きな変化はないため、影響は想定されない。
28	ジェンダー			B/C: 本事業による影響は予想されない。 O: 下水処理施設の改良・新設により公共用水域の水質・生活環境が維持・または改良され、間接的に女性や子供の生活が改善、安全性の向上が想定されるが直接的な影響はない。
29	子どもの権利	✓		B/O: 本事業で生じる雇用機会は工事中、供用中の両フェーズで成人のみを対象とすることから、本事業による影響は予想されない C: 万が一対象地域で児童労働が慣習的に行われている場合は、工事での労働による搾取や就学機会の阻害が発生する可能性があり、現地調査で確認を行う。また、工事車両の通行による通学路の阻害等が発生する可能性があるため、周辺の施設を確認する。
30	公衆衛生(感染症)	✓	✓	B: 本事業による影響は予想されない。 C: 多くの工事関係者が流入することによる公衆衛生への影響が予想される。さらに作業員と地域住民との間に性感染症(STD/STI)及びHIV/AIDS/COVID-19に関するリスクの増加が予想される。 O: 既存の下水処理施設拡張により処理容量が工場するため、公共用水域の水質・生活環境の改善が見込まれる。また、下水を由来とした水因性疾患発生の可能性が低下する。
31	労働安全衛生	✓	✓	B: 本事業による影響は予想されない。 C: 建設作業員の労働安全衛生に関して、留意が必要である。 O: 下水処理施設の保守・維持管理作業にあたる作業員の労働安全衛生に関して、継続的な留意が必要である。
その他				
32	事故	✓		B/O: 本事業による影響は予想されない。 C: 建設機械の稼働及び工事用車両の走行に起因する事故発生リスクの増加が予想されるが工事規模は大きくないため、影響は小さいと予想される。
33	気候変動	✓		B: 本事業による影響は予想されない。 C: 影響は一時的であり小さいが、建設機械の稼働及び工事用車両の走行により温室効果ガス(GHGs)が排出される。また、森林伐採が行われる場合二酸化炭素吸収率の低下が懸念されるが、大規模なものではないため影響は軽微である。 O: 本事業による影響は予想されない。

工事前 B(Before Construction Phase)、工事中 C (Construction Phase)、供用中 O(Operation Phase)

*本スコーピング案の影響項目は JICA 環境社会配慮ガイドライン等を参考に選定した。

出典: JICA 調査団作成

10.5.2 環境社会配慮調査の TOR

本プロジェクトは上水設備、管路及び 10 か所の既存施設の拡張について環境影響は非常に限定的であり、ブラジルの環境法の下。環境ライセンス取得について拡張計画等を提出する必要はあるが、正規 EIA 手続きは必要とされない。また、SABESP からも環境ライセンス取得については自力での対応が可能との回答を得ている。

よって、10 か所の既存施設については既に SABESP が簡易環境影響評価を含むコンセプト・スタディを作成しているため、そこに記載された情報を抽出した。また、本プロジェクトでは別途、再委託調査で社会経済調査を実施していることから、そちらのデータも利用する。不足分については既存資料や現地チームによる現地踏査の結果から評価を行った。

10.6 環境社会配慮調査結果(予測結果を含む)

SABESP のコンセプト・スタディ等既往存資料及び現地踏査による環境社会配慮調査の結果を表 10.28 に示す。施設毎の調査結果及び予測結果は添付資料 10.3 とする。上水事業については管路及びポンプ場の建設であり、事業全体を通じて影響は軽微であることから限定した項目について合わせて示す。

表10.28 環境社会配慮調査結果

汚染対策	
大気汚染	<p>既存施設周辺には有効な大気測定局はないが、「World Air Quality Index project」 https://aqicn.org/map/world/jp/によると2021年9月現在、Santos-Ponta da Paraia観測点での大気質は平常値であり、既存施設の工事は既存施設の改修であり工事規模が小さく、また、既存施設が居住地域から十分な距離があることから影響は限定的である。</p>
水質汚濁	<p>CETESBはバイシャード・サンチスタ地域で表流水のモニタリング:IQA (Índice de Qualidade das Águas: Water Quality Index)を18地点で実施している。また、SABESPでは既存の下水処理場からの放流水をモニタリングしている。</p> <p>事業対象とする10か所の下水処理施設のうち、現状では8つの下水処理場からの放流水はサンパウロ州の上乗せ排水基準を満たしているが、AnchietaとBariguiの2場からの放流水は排水基準のBOD値を満たしていない。理由は、下水処理場に流入する土砂の搬出が不十分であることと、機材の故障が長く放置され処理施設が適切に稼働していないため、維持管理上の問題である。</p> <p>BODのサンパウロ州の上乗せ基準は60mg/Lであるが、本事業では二次処理（回分式活性汚泥法、UNITANK活性汚泥法）が採用されており、適切に稼働すればさらに厳しい国際基準であるEU・米国の排水基準（BOD25-30mg/L）を満たすことが可能である。現在、サンパウロ州の排水基準を満たしていない下水処理場も含め、本事業が対象とする下水処理場は全て、適切な維持管理・運転が行われれば放流水が国際基準を満たすことは十分可能である。</p> <p>SABESPは、既存の下水処理場と同じ処理方法、放流先を踏襲しており、放流先の水質改善のため、現時点では処理水放流先の変更や、処理水のさらなる水質改善のための高度処理設備（膜処理設備、砂ろ過設備等）の導入は考えていない。</p> <p>また、下水処理場の放流先河川では環境基準を超過した有害重金属が時折検出されている。2020年から2021年のあいだでは、下水処理場からの放流後に基準値を超過したケースはシアンが1度（Vicente de Carvalho下水処理場）、銅が1度（Anchieta下水処理場）のみである。これは下水処理場が、流入する下水以外に直接持ち込まれる汚水・汚泥を受け入れていることにも起因すると考えられる。SABESPは今後も追加的に汚水・汚泥の受け入れを継続する意向であることから、放流先の水質モニタリングを継続し、放流先河川の環境に悪影響を与えていることが疑われた場合は、追加的汚水・汚泥の受け入れを保留しCETESBと対応を協議する必要と考えられる。</p>

	以上の検討により、本処理場が位置する流域全域への環境負荷は軽減されるが、一方で放流先への放流量は増加することとなる。また、流入水や放流先の河川の有害重金属については、継続したモニタリングが必要と考えられる。既存施設同様に排水水質基準を遵守できるよう、必要な処理を行い、放流することで影響は十分軽減できると予想される。
騒音/振動	ほとんどの既存施設は居住地域から十分な距離があり、拡張予定地の周辺は森林で囲まれているため、工事中の騒音・振動の影響は予想されない。またSABESPからの情報によると既存施設では施設稼働における騒音への苦情は報告されていない。
悪臭	8か所の既存施設は居住地域から十分な距離があり、SABESPからの情報によると悪臭についての苦情は報告されていない。一方でCentro処理場、Guapiranga処理場は居住地域に隣接している。なお、Centro処理場では悪臭への苦情もあがっているとのことであるが、苦情の詳細を確認したところ、下水処理施設そのものではなく、敷地周辺に滞留するゴミ類への苦情であり蓋などで悪臭の拡散を防ぐことが可能である。下水処理施設で悪臭の主要因である反応槽を増設する施設については、拡張予定地の周辺は森林で囲まれているため、影響は想定されない。Centro処理場及びGuapiranga処理場についても反応槽増設が計画されているが、隣接する住居への配慮も含めて反応槽や污泥堆積箇所については、悪臭対策として周辺に囲いを設置する等を検討する必要がある。
廃棄物	工事現場や作業員の宿舍から建設残土、廃材、およびゴミが発生するが小規模な改修工事で有り、工事規模が大きくないため、適切に建設廃棄物の処理を行うことで影響は限定的となると予測される。また、供用中は処理能力が向上し下水処理過程で発生する汚泥が増加するが、既に稼働している施設であり、現況同様に適切に処理が行われるため、影響は限定的と予測される。なお、既存の汚泥はSitio das Neves処分場へ定期的に運搬され、埋め立て処分されており、これらの汚泥の運搬については、CETESBのオペレーションライセンスを取得した正規業者が担当している。本事業で対象とする処理場の汚泥も同様に処分予定である。
自然環境	
水文・水象	同一流域において集水した水資源を処理後に放流するため周辺地域の水文への影響は軽微なものと予測される。
生態系/植物相・生物相/生物多様性	P1、Barigui、Vincente de Carvalhoの3下水処理場については、拡張用地の確保のため、既存の敷地に隣接する森林を合計で1.239 ha伐採する必要がある。伐採対象となる森林は二次林（2m以下の低木を中心とした在来種）であり、重要な種の生息等は確認されていない。また保全措置としてSABESPが1.25倍の面積について同じ在来種を用いた代償植林を行う計画である。植林先はSABESPがCETESBと協議して決定する。以上の対応から本事業による生態系への影響は最小限になると予測される。
保護区	既存施設は保護区内に位置しておらず、また保護区からも十分に距離があるため影響は懸念されない。上下水管路についても既存道路敷地の下に敷設するため、保護区への影響はない。
沿岸域	CETESBの海域モニタリング調査（2019）によると、ペルイベでは6地点のビーチでモニタリングが実施されているが、ビーチの水質は改善傾向にある。間接的な影響ではあるが、既存施設の拡張による排水水質の向上により、処理水放流先の下流の海洋景観保護地域である海域（Apa Marinha Do Litoral Centro：IUCN Management CategoryV）の水質を改善することが期待される。 一方で既存施設の放流口は沿岸部から十分に距離があるため、直接的な沿岸域への影響は懸念されない。
社会環境	
非自発的住民移転	既存施設10施設の拡張に係る用地は既にSABESPによって取得済であるが、ポンプ場用地が用地取得の対象となる。SABESPもできる限り住民移転は避ける意向であることから、住民移転は想定されないと予測される。用地取得が必要な場合はSABESPがブラジルの法律及びJICAガイドラインに沿って正式な手続きで用地権者と用地買収交渉を行う。既に一部の配水池については用地交渉を行っているとのことである。
貧困層	本事業は公衆衛生を改善する事業であり、本事業の実施による上下水道料金の値上げも想定されないことから、貧困層への大きな負の影響は想定されない。一方で公共用水域の水質が向上することで水を媒介する疫病の発生等が抑えられる等の貧困層への正の影響が予想される。また、工事規模は小さいが工事や関連事業において、近隣に居住する貧困層の人々が雇用機会を得る可能性がある。
少数民族/先住民	既存施設は市街地郊外に位置しており、少数民族の居住範囲は含まれておらず、本事業による影響は予想されない。
雇用や生計手	工事期間中には建設活動によって生じる商業/雇用機会の増加により、地域経済へ正の影響が

段等の地域経済	予想される。 長期的には、事業実施区域の水質が改善されることが地域経済の成長に影響し、商業/雇用機会の増加などが期待される。一方、地元作業員の一時的な雇用機会が終了することにより、建設工事終了後に負の影響が生じる恐れがある。
土地利用や地域資源利用	用地拡張が必要な施設が複数あるが、拡張用地は施設内の草地や隣接する二次林であり現在は他の目的で利用されていない土地である。周辺を含め居住地域として開発済の地域であることから、土地利用への影響は大きくないと予測される。工事ヤードや作業員の宿舍設営のための土地利用の必要については、本工事の規模やスペースから敷地内に設定可能、または工事労働者用のキャンプ等は建設される可能性があまりないため、外部にヤードを設けることは想定しない。
水利用、水利権及び共同体の権利	下水事業による公共用水域の水質改善が期待されるため、地域住民の水利用・水利権の質は向上すると予想される。上水も新たな水源からの取水は予定していないため、水利用への影響は予想されない。
社会インフラや社会サービス	既存施設は居住地域から十分距離がある立地であり、工事による社会インフラ及びサービスへの影響は予想されない。下水処理施設の拡張整備により公共用水域の改善が見込まれることから、公衆衛生の向上と周辺環境の改善等の正の影響が期待できる。
宗教施設	既存施設周辺には本事業で影響を受ける宗教施設は位置していない。
文化的・歴史的遺産	サンパウロ州の文化遺産に関する情報を保護、評価、伝達する組織である歴史的、考古学的、芸術的、観光遺産の防衛のための評議会（Council for the Defense of Historical, Archaeological, Artistic and Tourist Heritage : CONDEPHAAT）の Website(http://condephaat.sp.gov.br/)によると、本事業対象施設の近隣には文化遺産は存在しないため、影響はないと予測される。
景観	既存施設の改修であり、また周辺から景観への大きな影響は予測されない。
子どもの権利	ブラジルでは児童労働は法令で禁止されているが、2020年12月時点で180万人と報告されている。本事業では土木工事に18歳以下を雇用しないなどをEMPで盛り込むものとする。なお、既存施設周辺に学校は位置しておらず、通学路等への影響は懸念されない。工事ルートについては安全性を考慮して決定するものとする。
公衆衛生	工事関係者が流入することによる公衆衛生への影響が予想され、さらに作業員と地域住民との間に性感染症(STD/STI)及びHIV/AIDS、COVID-19に関するリスクの増加が予想されるが、それぞれの工事規模が小さいため、大きな影響は想定されない。 正の影響としては既存の下水処理施設の改修により処理容量が向上するため、公共用水域の水質・生活環境の改善が見込まれる。また、下水を由来とした水因性疾患の罹患率が減少する等正のインパクトが予想される。
労働安全衛生	ブラジル国では「統合労働法（2017年改正）」に基づいて労働者の権利が保護されており、本施設の工事中及び供用中も同法に準じて労働安全衛生対応が行われる。
社会環境	
事故	既存施設の拡張であり工事規模は小さいことから工事用車両等による事故発生は限定的であると予測される。
気候変動	既存施設の拡張では森林伐採が行われるため、二酸化炭素吸収率の低下が懸念されるが、緩和措置として代替植林が義務付けられていることから、SABESPによる実施によって、影響は最小限となると予測される。建設機械の稼働及び工事用車両の走行により温室効果ガス(GHG)が排出されるが、既存施設の拡張であり大規模なものではないため影響は軽微であると予測される。

出典：調査団作成

10.7 影響評価

環境影響評価の結果を表 10.29 に示す。施設毎の調査結果及び予測結果は添付資料 10.3 とする。上水事業については管路及びポンプ場の建設であり、事業全体を通じて影響は軽微であることから限定した項目について合わせて示す。

表10.29 環境影響評価結果

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用中	工事前 工事中	供用中	
汚染対策	1	大気汚染	✓		B-	N/A	工事中 ：建設機材の稼働等に伴い、一時的に大気質の悪化が想定されるが、既存施設の増築工事であり工事規模が小さいことから影響は限定的と評価される。 供用中 ：反応槽の増築が中心の改修であり、大気汚染物質の発生は想定されない。
	2	水質汚濁	✓	✓	B-	B+/B-	工事中 ：建設機材の稼働等に伴い、一時的に水質の悪化する可能性はあるが、既存施設の増築工事であり規模が小さいことから影響は限定的であると評価される。 供用中 ：既存施設改修による排水水質の向上により、下水処理水放流先の公共用水域（海域含む）の水質を改善することが想定される。一方で下水処理施設に集水して処理/排水するため、放流口下流への影響は増加するが、排水基準値を遵守して処理された処理水が排水されるため、影響は限定的と評価される。また現時点では有害重金属については事業による負の影響は想定されないが、継続的なモニタリングを行う必要がある。
	3	土壌汚染			N/A	N/A	本事業では土壌への影響は想定されない。
	4	騒音/振動	✓	✓	B-	D	工事中 ：建設機械及び工事用車両による騒音・振動の発生が想定される。それらは一時的であり、集落からは距離があるため、影響は小さいと評価される。 供用中 ：既存施設は集落及び家屋から十分に距離があるため、施設稼働による騒音・振動の影響はないと評価される。
	5	地盤沈下			N/A	N/A	本事業では地盤沈下への影響は想定されない。
	6	悪臭		✓	N/A	B-	工事中 ：工事中には特に悪臭が発生するような工程はないことから影響は想定されない。 供用中 ：事業は反応槽の増築を含むため悪臭源は増加することとなるが、多くの既存施設は住居地域から距離が十分あるため、影響は限定的であると評価される。一方で Centro 下水処理場、Guapiranga 下水処理場については悪臭対策として反応槽と汚泥堆積施設の周辺への囲いの設置、敷地境界から離れた位置への配置などの緩和策を実施する。
	7	底質			N/A	N/A	本事業では底質への影響は想定されない。
	8	廃棄物	✓	✓	B-	B-	工事中 ：工事現場や作業員の宿舎から建設残土、廃材、およびゴミが発生するが小規模な改修工事であり、工事規模が大きくないため、適切に建設廃棄物の処理を行うことで影響は限定的と評価される。 供用中 ：下水処理場の処理能力が向上するため下水処理過程で発生する汚泥が増加するが、既に稼働している施設であり、現況同様に処理及び処分場への運搬が正規業者によって行われるため、影響は限定的と評価される。
自然環境	9	地形/地質			N/A	N/A	既存敷地に隣接した用地であり、森林伐採は必要だが大規模な切土・盛土による地形改変を伴わないため、本事業では地形・地質への影響は想定されない。
	10	水文/水象			N/A	N/A	工事中 ：本事業では河川や湖沼等を改変する事はなく、地下水利用も想定されないため、直接的な水文・水象への影響は想定されない。 供用中 ：同一流域において集水した水資源を処理後に放流するため周辺地域の水文への影響は予測されない。
	11	地下水			N/A	N/A	本事業では地下水への影響は想定されない。
	12	生態系/植	✓	✓	B-	D	工事中 ：拡張用地の確保のため、既存の敷地に隣接す

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用中	工事前 工事中	供用中	
社会環境		物相・動物相/生物多様性					る森林を伐採する必要がある。伐採対象となる森林は二次林（2m以下の低木を中心とした在来種）であり、重要な種の生息等は確認されていない。保全措置として現況以上の面積の植林が実施されるため、影響は最小化されると評価される。 供用中 ：本事業による生態系への大きな負の影響は考えにくく、影響は予測されない。
	13	保護区			N/A	N/A	本事業は保護区内には位置しておらず、保護区への影響は想定されない。
	14	沿岸域	✓	✓	D	B+	工事中 ：既存施設は海域から距離があるため、工事期間中の直接的な影響は予測されない。 供用中 ：間接的ではあるが、排水水質の向上により、処理水放流先の下流の海洋景観保護地域である海域（Apa Marinha Do Litoral Centro：IUCN Management CategoryV）の水質を改善することが期待される。
	15	非自発的住民移転	✓		B-	N/A	工事中 ：増築予定の用地はSABESPが権利を取得している。ポンプ場用地が用地取得の対象となるが、住民移転が発生するような用地は選定されない。用地取得が必要な場合はSABESPが、用地権者とブラジル国の法令に沿って交渉、成立させるため、影響は限定的と評価される。 供用中 ：用地は既に取得済みであり、供用中の影響は想定されない。
	16	貧困層	✓	✓	B+	D	工事中 ：建設活動によって生じる商業/雇用機会の増加により、一時的に地域経済へ正の影響が想定される。 供用中 ：本事業による上下水道料金の値上げなどは想定されておらず、貧困層への大きな負の影響は想定されない。
	17	少数民族・先住民族	✓	✓	D	D	既存施設は市街地郊外に位置しており、少数民族の居住範囲は含まれておらず、本事業による影響は想定されない。
	18	雇用や生計手段等の地域経済	✓	✓	B+	D	工事中 ：建設活動によって生じる商業/雇用機会の増加により、一時的に地域経済へ正の影響が評価される。 供用中 ：既存施設の増築であり、供用中には雇用者が大きく増加することは想定されず、地域経済への影響はないと評価される。
	19	土地利用や地域資源利用	✓		D	N/A	周辺を含め居住地域として開発済の地域であることから、土地利用への影響はないと評価される。
	20	水利用、水利権及び共同体の権利	✓	✓	D	B+	工事中 ：既存敷地隣接地への建設であり、水利用への影響は想定されない。 供用中 ：下水事業による公共用水域の水質改善が期待されるため、地域住民の水利用・水利権の質は向上すると想定される。上水事業では既存の水源を利用するため、影響は想定されない。
	21	社会インフラや社会サービス	✓	✓	B-	B+	工事中 ：既存施設は居住地域から十分距離がある立地であり、工事による社会インフラ及びサービスへの影響は想定されない。工事用ルートなどには十分に配慮が必要である。 供用中 ：下水処理施設の拡張整備により公共用水域の改善が見込まれることから、公衆衛生の向上と周辺環境の改善等の正の影響が期待できる。
	22	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会			N/A	N/A	本事業では社会資本や組織への影響は想定されない。

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用中	工事前 工事中	供用中	
分類	23	組織 被害と便 益の偏在			N/A	N/A	本事業では被害と便益の偏在への影響は想定されない。
	24	地域内の 利害対立			N/A	N/A	本事業では地域内への利害対立への影響は想定されない。
	25	宗教施設			N/A	N/A	既存施設及び近隣には本事業で影響を受ける宗教施設は位置していないため、影響は想定されない。
	26	文化遺 産・歴史 遺産			N/A	N/A	周辺には本事業で影響を受ける文化遺産は位置していないため、影響は想定されない。
	27	景観			N/A	N/A	本事業は既存施設への増築事業であり、周辺の景観への大きな影響は想定されない。
	28	ジェンダ ー			N/A	N/A	本事業ではジェンダーへの影響は想定されない。
	29	子どもの 権利	✓		D	N/A	工事中 ：既存施設周辺に学校は位置しておらず、通学路等への影響は懸念されない。また、工事での児童労働が発生しないよう、仕様書に雇用適性年齢を記載し違反した場合は通知義務や罰則を設けるなど保全措置を実施することで影響が軽減される。 供用中 ：本事業ではこどもの権利への影響は想定されない。
	30	公衆衛生 (HIV/AIDS 等の感 染症)	✓	✓	B-	B+	工事中 ：工事関係者が流入することによる公衆衛生への影響が想定されるが、さらに作業員と地域住民との間に性感染症(STD/STI)及び HIV/AIDS、COVID-19 に関するリスクの増加が評価される。一方で工事の規模は小規模であり、労働者数も限られていることから、影響は限定的と評価される。 供用中 ：既存の下水処理施設の改修により処理容量が向上するため、公共用水域の水質・生活環境の改善が見込まれる。
	31	労働安全 衛生	✓	✓	B-	D	工事中 ：建設機械の稼働及び工事用車両の走行に起因する事故発生リスクの増加が想定されるが、労働法にそって安全対策が実施される予定であり、影響は限定的と評価される。 供用中 ：下水処理施設の保守・維持管理作業にあたる作業員の労働安全衛生に関して、継続的な留意が必要であるが、現時点では影響がないと評価される。
	その他	32	事故	✓		B-	N/A
33		越境の影 響及び気 候変動	✓		B-	N/A	工事中 ：森林伐採が行われるため、二酸化炭素吸収率の低下が懸念されるが、SABESP が既存面積以上に代償植林を行うため、影響は軽減可能であると評価される。 供用中 ：本事業では気候変動への影響は想定されない。

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

C: Extent of impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D: No impact is expected.

N/A: Impact assessment isn't conducted because the item was categorized into D in scoping phase.

出典：調査団作成

10.8 緩和策及び緩和策実施のための費用

事業を通じて大きな影響はほとんど懸念されないが、緩和策が必要な項目としては表 10.30 に示す。

表10.30 緩和策及び緩和策実施費用

	環境項目	提案される緩和策	実施機関	責任機関	コスト
工事中					
1	大気質	- 工事用ルートへの散水	工事請負業者	SABESP	工事費に含む
2	水質汚濁	- 工事排水の適正処理			
3	騒音/振動	- 工事時間帯の制限 (8:00-17:00) - 周辺への工事期間の周知			
4	廃棄物	- 建設廃棄物の減量化・適正処理 - ブラジル国の法令に伴った有害廃棄物質の適正処理			
5	生態系/植物相・動物相/生物多様性	(P1,Barigui, Vicente de Carvalho の3箇所のみ) - 代償植林	SABESP		未定 (CETESB と協議して決定)
6	非自発的住民移転 (用地取得のみ)	- ブラジル国の法律及び、JICAGL に沿った用地取得手続きの実施 - 影響が最小限となる用地の選定、用地規模の最小化 (ポンプ場)	SABESP		未定(SABESP 負担)
7	社会インフラや社会サービス	- 学校や宗教施設等の公共設備周辺を回避した工事ルートの選定 - 工事の分散化	工事請負業者		工事費に含む
8	公衆衛生(HIV/AIDS 等の感染症)	- 警備要員を含む工事関係者への感染症対策プログラムの実施を義務付			
9	労働安全衛生	- 警備要員を含む工事関係者への安全教育/環境教育プログラムの実施を義務付			
10	事故				
供用中					
1	水質汚濁	- 排水処理施設の適切な維持管理 - 必要な水質モニタリング計画の見直し	SABESP	SABESP	施設運営費に含む
2	悪臭	- 悪臭発生源となる処理水槽の敷地内での配置 (必要に応じて建屋の建設)			
3	廃棄物	- 敷地内での汚泥の適正管理 (建屋等) - 指定業者による最終処分場への運搬			

出典：調査団作成

10.9 モニタリング計画

モニタリング計画については表 10.31 に示す。

表10.31 モニタリング計画

No	環境項目	項目	地点	頻度	責任機関	監督機関	費用
工事前・工事中							
1	大気質	- 工事中の散水状況の確認	各工事区域 (10箇所)	毎日	工事請負 業者	SABESP	施工費に含 む
2	水質汚濁	- 工事排水処理状況確認		毎日			
3	騒音/振動	- 工事用車両ルートの適 正利用と工事計画の確認		毎日			
4	廃棄物	- 工事中の廃棄物量、適 正処理 - 最終処分場への運搬		毎日			
5	生態系/植物相・動物 相/生物多様性	(P1,Barigui, Vincente de Carvalho の3箇所の み) 植樹の育成状況	P1,Barigui, Vincente de Carvalh 処分場	継続的(植 樹して1年 間)	SABESP		未 定 (CETESB と協議して 決定)
6	非自発的住民移 転	- 用地取得手続の確認	下水ポンプ 場用地及び 上水配水池・ポンプ 場用地	適宜	SABESP		SABESP 内部モニタ リングのため不要
7	社会インフラや 社会サービス	- 工事用ルート使用状況 - 周辺住民の苦情確認	各工事区域 (10箇所)	適宜	工事請負 業者		施工費に含 む
8	公衆衛生 (HIV/AIDS 等の 感染症)	- 感染症対策プログラ ムの実施状況		適宜 事故件数は 月1で報告			
9	労働安全衛生	- 安全教育/環境教育プ ログラム実施状況の確認					
10	事故	- 事故件数					
供用中							
1	水質汚濁	(1)BOD、DO、N-NH3 (2)全リン、全窒素、重金 属、TDS	10箇所(放 流水、放流 先の河川 水)	(1)週1、(2) 月1(施設運 用期間は継 続実施)	SABESP	SABESP	設備運用費 に含む
2	悪臭	- 周辺住民の苦情数(特 に Guapiranga 処理 場)	10箇所	適宜(施設 運用期間は 継続実施)			
3	廃棄物	- 廃棄物量の管理 - 使用予定の最終処分場 の容量及び適正管理	10箇所	月1(施設運 用期間は継 続実施)			

出典：調査団作成

10.10 実施体制

10.10.1 工事中

工事中は事業実施ユニットの環境社会配慮チームがコントラクターによるモニタリングの指導、及びモニタリングデータ収集・管理を行い、CETESB 及び JICA ブラジル事務所に月 1 で報告を行う。

表10.32 事業実施ユニット(UGP)の組織体制中の環境社会配慮チームの構成

チーム	所掌業務	資格、チーム構成	人数 (兼任)
環境社会配慮 チーム	本事業の全期間を通じての、JICA 環境ガイドラインにもとづいた環境社会配慮、市民とのコミュニケーション、用地取得と用地取得に係るモニタリング、環境に係る許認可・CETESB との調整を担当する。JICA、コンサルタント、施工業者の環境担当者とのコミュニケーションの窓口となる	TB で CETESB との調整業務を経験している要員がチーム長を務め、以下の構成とする ・ チーム長/環境社会配慮担当 (1名) (兼任可) ・ 環境社会配慮担当/コミュニケーション担当 (2人) (1人は兼任可) (1人は女性とする) ・ 用地取得担当 (1名) (兼任可)	4人 (3人)

出典：調査団作成

10.10.2 供用中

供用中には現在既存施設で実施されている日常的な施設運用・維持管理の一環として、各下水施設の SABESP 職員が水質、悪臭（苦情）、廃棄物のモニタリングデータの継続管理を行う。水質については月 1 で CETESB に報告を行い、必要な指導を受けるものとする。

10.11 ステークホルダー協議

SABESP より現段階でステークホルダー協議を行うことで情報が公開され、政治的に利用される可能性が高いので一般住民へのコンタクトを行わないよう、正式な申し入れがあったため実施していない。

今後 SABESP が環境ライセンスの取得手続きを行っていく中で関係する住民を含むステークホルダーに対して事業とその環境社会影響評価の結果について説明し、周辺住民・被影響住民に対し前広に事業の説明を行った上で意見を徴収することを JICA 審査部から SABESP に要請し、SABESP は今後の活動として了解した。

10.12 気候変動対策(適応)に対する本プロジェクトの寄与

10.12.1 本事業における気候変動対策への寄与の概要

本事業は既存施設の改修・改善であり、事業の性質・規模から水質等の環境負荷の軽減には資する案件ではあるが、気候変動対策(適応)に大きく資する案件ではないと判断される。また、現時点では JICA 気候変動対策支援ツールで挙げられている下水処理施設での適応対策事例のように、増加する汚泥の再利用等も想定していない。一方で施設の改修に伴い、最新機器の導入による省エネルギー効果は見込めると判断される。以降に気候変動に関する検討及び適応策を示す。

10.12.2 気候変動に伴う海面上昇の影響検討

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書³では、1995～2014年を基準とした2100年までの世界平均海面水位上昇量は最大で1.01mと予測されている。一方、本事業の対象下水処理場(拡張、更新)は一部の低地に位置する処理場でも計画地盤高は海拔2m超となっている。よって、同報告書で予想されている最大限に水面が上昇した場合でも水没の懸念はない。

また、一般に標高が低いでは放流先の河川や海の水位が上昇すると処理水の排水が行えなくなるリスクがある。本事業の対象である下水処理場では Centro 下水処理場以外は自然流下での排水を行っているが、Barigui 下水処理場と Vista Linda 下水処理場は放流先水位の水位が上昇した際に処理水が十分に排水されず塩素接触槽から溢水する現象が報告されている。さらに、他の下水処理場でも処理能力の増強によって排水に必要な水位差が大きくなる。そのため Guapiranga、Anchieta、Barigui、Vista Linda の5つの下水処理場では本事業で処理水排水用のポンプを設置することから、1m程度の水位上昇にはポンプの余裕能力で対応可能となる。なお、標高の比較的低い下水処理場のうち Bichoro 下水処理場は処理能力の増強を行わないため排水ポンプを設置しないが、今後水海位の上昇による悪影響が生じた場合は同様の対策で排水不良を解決できる。

表10.33 既存下水処理場の標高

市	下水処理場	地盤高(海拔)(m)*	処理水の排水方式
ペルイベ	1) P1	5 - 8	自然流下排水
	2) P2	8 - 11	自然流下排水
イタニャエン	3) Guapiranga	5 - 9	本事業で自然流下からポンプ排水に変更
	4) Anchieta	3 - 6	本事業で自然流下からポンプ排水に変更
モンガグア	5) Bichoro	2 - 4	自然流下排水
	6) Barigui	4 - 12	本事業で自然流下からポンプ排水に変更
クバトン	7) Casquero	4 - 11	自然流下排水
グアルジャ	8) Carvalho	4 - 11	自然流下排水
ベルチオガ	9) Centro	2 - 5	ポンプ排水
	10) Vista Linda	3 - 6	本事業で自然流下からポンプ排水に変更

*: 記載している高さは地盤高さであり、処理施設内の水位ではない。各下水処理場の処理施設は地面より立ち上がった構造となっており、多くの処理施設で水位は地盤高さよりも上にある

出典: 調査団作成

³ 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書第1作業部会報告書(自然科学的根拠)と従来のIPCC報告書の政策決定者向け要約(SPM)における主な評価 (<https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210809001/20210809001-2.pdf>)

また、下水道の中継ポンプ場については本事業で過去に実施された地区より内陸側に位置し、海拔 5m 以上の地盤高にある。ベルチオガ市 Costa Do Sol 地区のみは海岸に近いがこれも比較的高台で海拔 5m 以上となっている。したがって、中継ポンプ場も気候変動に伴う海面上昇による水没等は懸念されない。

プライア・グランデ市の Boqueirao 配水池・ポンプ場についても標高は海拔 5m 程度の土地であり、2100 年までに想定されている 1.01m の海面上昇で悪影響を受ける可能性は極めて低い。

10.12.3 最新施設の導入による省エネ効果

既存施設で使用されている機器についての詳細情報が得られていないため、具体的な温室効果ガス削減効果を数値で示すことはできない。しかし、高効率モーターと高効率ポンプ等の導入により、以下のように一定の省エネ効果が期待できる。

- 高効率モーター：本事業ではブラジル国の最新の基準に基づき、水道用ポンプ場、下水中継ポンプ場及び下水処理場のポンプ設備、ならびに下水処理場のブロワーに使用されるモーターが従来の標準効率規格（IE1）または高効率規格（IE2）より効率の良いプレミアム効率（IE3）となる⁴。これにより、既存のポンプ、ブロワーに比べて概ね 3%前後の消費電力削減が期待できる。
- 高効率ポンプ：近年のポンプの性能改善により、既存のポンプ、ブロワーに比べて概ね約 2%の消費電力削減が期待できる。
- モーターの回転数制御装置（インバーター）：本事業では、水道用配水ポンプ、下水中継ポンプ場及び下水処理場のポンプ設備にインバーターを設置し、必要な流量に応じてモーター、引いてはポンプの回転数を制御する。これにより必要水量が少ないときは回転数を落として消費電力を削減することができる。回転数制御による電力消費幅は流量の変動パターンによるので定量的な評価は困難であるが、場合によっては消費電力が 20%以上削減されることもある。ただし、下水中継ポンプも含め SABESP の既存ポンプの多くはインバーターを有していることから、本事業におけるインバーターの設置が新たな節電効果を生むとまではいえない。

以上より、本事業で設置するポンプ設備は従来の設備に比べ、インバーター設置の効果を除いても 5%程度の省エネによる温室効果ガス削減が期待できる。

10.13 サントス湾での海域モニタリング

10.13.1 サントス湾海域での水質面の問題点

サントス／サン・ピセンテ河口付近のサントス湾には未処理の生活排水や産業排水が流入し、人間活動による影響を直接的に受けるため、流域人口の増加により急激に水質が悪化していると

⁴ モーターの高効率規制については 7.2.3 (1)参照

されている。同湾は外洋と接する部分の少ない湾であることから、水質汚染が進むと回復するのに長い時間を要するため、水質の悪化が環境面、社会面、ひいては観光業を通じて経済面にも大きな影響を与えることとなる。

また、同流域の特徴的な汚染源としては巨大な不法占拠居住地域からの未処理の生活排水の問題が挙げられる。2010年の国勢調査によると、バイシャーダ・サンチスタ地域は、不法占拠居住地域に住む人々の数がブラジルの大都市圏で5番目に多い地域である。流域における大規模な不法占拠地域の位置を図10.14に示す。これらの地域は人口の把握が難しく、生活排水等の汚染源の放流ルートや量の推定が難しい。



出典：Santos/São Vicente Estuarine System and Bay of Santos Monitoring System for Integrated Management of Pollution Sources (SABESP) からの抜粋

図10.14 サントス湾流域における代表的な不法占拠居住地域

10.13.2 SABESP による海域モニタリング計画の背景と実施状況

SABESP は、この流域への環境保全対策として不法居住者削減のための住宅政策への投資、環境教育プログラムの実施、都市清掃サービスの効率向上、サントス湾流域の事業者からの排水水質の工場など様々なアプローチが必要であると認識している。しかし、これらのアプローチと同等以上の課題として汚染源の特定や定期的なモニタリングなどの流域の総合管理システムが構築されていないことも認識しており、これは的確な問題認識である。

本来、サントス湾のような公共用水域の水質モニタリングや流域管理は CETESB によって行われるべきである。しかし、現時点では CETESB は海水浴場の衛生管理のためのビーチでの水質調査は実施しているものの、湾全体の水質汚染管理を目的としたモニタリングは実施していない。

このような状況から、SABESP は彼らの下水道事業の妥当性の説明や将来展開の構築に活用する目的でサントス/サン・ビセンテ河口域の流域管理システムおよびサントス湾における汚染源対策のためのモニタリング・システムの導入の必要があると考え、流域内の 30 地点を対象とした

モニタリング計画を作成した。このモニタリング計画は、サントス/サン・ビセンテ河口域及びサントス湾において海水・排水と海底堆積物のサンプルを収集・分析し、海流やその他の気象海洋学的データを測定するシステムも導入するものである。

このモニタリング計画をもとに SABESP はモニタリングに係る役割分担、情報管理・共有などについて CETESB と協議を行いながら、一部の調査地点（図 10.15 に示す）で 2021 年より現地調査を開始している。モニタリング地点・頻度、項目のモニタリング概要を表 10.34 に示す。なお、当初計画ではサントス湾及びその上流の流入河川を対象とした流域を網羅するようにモニタリング地点を設定していたが、現時点のモニタリングの中心はサントス湾内海域への排水口周辺の海域環境、及び排水自体の水質にフォーカスした地点となっている。

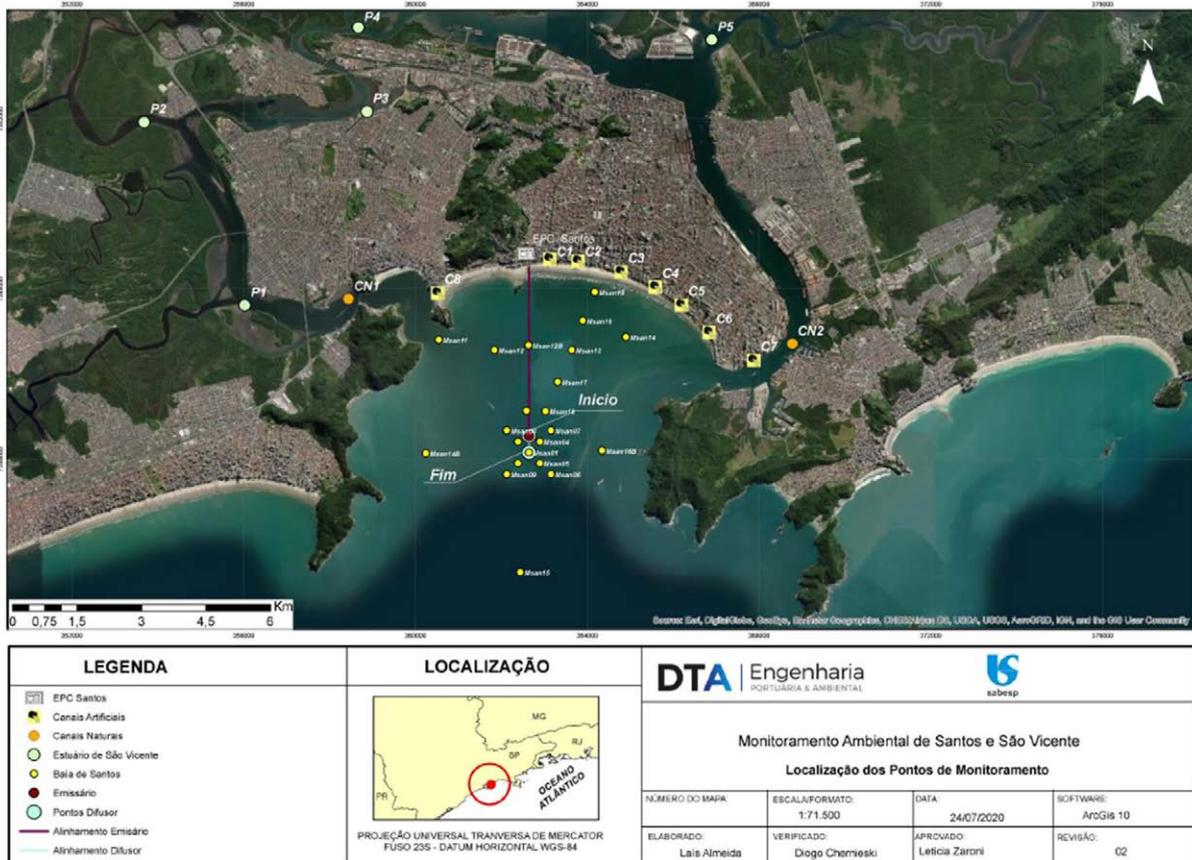
表10.34 SABESP が実施しているモニタリングの概要(2022年2月現在)

	モニタリング地点	調査頻度	モニタリング項目
1	海域、河口、水路	四半期	浮遊物、透過度、悪臭若しくは濁度の発生源、人為由来染料、浮遊廃棄物、油脂類、電気伝導度、化学的酸素要求量(COD)、クロロフィル-a、フェオフィチン-a、水温、濁度、塩分濃度、全有機炭素、溶存酸素、pH、遊離シアン、遊離塩素、フッ素、全リン、硝酸塩、亜硝酸塩、全窒素、ポリリン酸塩、硫化物(非乖離 H ₂ S)、オールドリン及びディルドリン、ベンゼン、カルバリル、金属類 ¹
		6 か月毎	クロルデン(シス+トランス)、2, 4D, DDT(p,p'-DDT+p, p'-DDE+p, p'-DDD)、デメトン(デメトン-O+デメトン-S)、ドデカクロール・ペンタシクロドデカン、エンドスルファン(α+β+硫酸)、エンドリン、エチルベンゼン、総フェノール類、グギオン、ヘプタクロールエポキシ+ヘプタクロ、リンデン、マラチオン、メトキシクロル、モノクロロベンゼン、ペンタクロロフェノール、PCB-ポリ塩化ビフェニル、界面活性剤、2,4,5-T、トルエン、トキサフェン、2,4,5-TP、トリブチルスズ、トリクロロベンゼン(1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)、トリクロロエチレン、水深
2	排水	毎月	沈殿性固形物、総大腸菌群及び大腸菌(E. coli)、エンテロコッカス、耐熱性大腸菌群、電気伝導度、pH、水温、窒素類(アンモニア性窒素、硝酸塩、亜硝酸塩、全窒素)、硫化物、溶存酸素(DO)、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、油脂類(全油脂類、鉱物性及び植物性)、総懸濁物質量、固定懸濁物質量、揮発性懸濁物質量、全シアン化合物、遊離シアン、六価クロム、三価クロム、ベンゼン、クロロホルム、ジクロロエタン(1, 1+1, 2シス+1, 2トランスの合計)、スチレン、エチルベンゼン、全フェノール、四塩化炭素、トリクロロエチレン、トルエン、キシレン、全リン、ポリリン酸、全有機炭素、遊離残留塩素、全残留塩素、濁度、金属類 ²
3	底質	6 か月毎	粒度分布、全有機炭素、クロロニトフェン、腸球菌、全アンモニア性窒素、酸化還元電位、ヒ素、カドミウム、鉛、クロム、水銀、ニッケル、亜鉛、TBT-トリブチルチン、HCH(α-HCH)、HCH(β-HCH)、HCH(Δ-HCH)、HCH(γ-HCH/リンデン)、クロルデン(α)、クロルデン(γ)、DDD、DDE、DDT、ディルドリン、エンドリン、PCB、多環芳香族炭化水素(PAHs) A 群及び B 群、総 PAHs、透過度、底面溶存酸素、慢性毒性-ウニ試験法、急性毒性-両生類試験法、動物生態系-定性・定量的方法

金属類*1: 溶存アルミニウム、総ヒ素、総バリウム、総ベリリウム、総ホウ素、総カドミウム、総鉛、総銅、総クロム、総溶存鉄、総マンガン、総水銀、総ニッケル、総銀、総セレン、総タリウム、総ウラン、総亜鉛

金属類*2: 総ヒ素、総バリウム、総ベリリウム、総ホウ素、総カドミウム、総鉛、総銅、溶存銅、総クロム、総スズ、溶存鉄、溶存マンガン、総水銀、総ニッケル、総銀、総セレン、総亜鉛

出典: 調査団作成



出典：COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP(2021年10月)からの抜粋
図10.15 サントス湾流域における SABESP の環境モニタリング地点

SABESP の水質モニタリングは 2021 年より開始されたばかりであり、得られた水質結果の分検証はまだ行われていない。しかし、SABESP の事業展開の構築に活用するにはサントス湾流域に放流されている総負荷量や負荷量の地域分布を把握することが有効であるが、湾に流入する河川や水路の上～下流域には現在モニタリングポイントがないため、得られたデータから総負荷量や分布を推定するのは困難である。したがって、事業展開に活用することを趣旨の一つとするならば、今後のデータの活用方法を見通したうえでモニタリング地点を更に追加検討することが望ましい。

10.13.3 日本の人口集中地域における海域の流域総合管理(総量規制制度)の紹介

(1) 東京湾の総量規制制度

日本では東京湾のように人口や産業等が集中して汚濁が著しい広域的な閉鎖性水域を対象に、良好な水質を維持するため、対象水域への汚濁負荷量の総量を計画的に削減しようとする「水質総量規制制度」という手法を取っている。これは閉鎖性水域の水質を保全するために、環境に排出される汚濁物質の総量を一定量以下に削減する制度である。

東京湾の水質改善を図るため、東京都では昭和54年度から7次にわたり、総量削減計画を進めてきた。この結果東京湾に流入する汚濁負荷量は大きく削減され、東京湾の汚染状況は改善しつつあるものの、現在でも夏場での赤潮発生が確認されるなど継続した対策が必要であると判断された。2022年現在は2018年2月に発表された第8次総量削減計画に沿って、東京湾流域に所在する特定事業場のうち日平均排水量50m³以上の全ての施設(以下「指定地域内事業場」という。)には、表10.35に示す通り化学的酸素要求量(COD)、窒素含有量(T-N)、リン含有量(T-P)の3つの汚濁物質の削減目標量が設定されている。この削減目標が達成できるように全ての総量規制対象の事業場に対して排水水質基準値が設定され、下水道事業者を含む事業者には汚濁負荷量の測定及び報告が義務付けられている。

表10.35 第8次(東京湾流域地域に限る)から排出される汚濁物質の削減目標量

(単位:トン/日)

	第8次計画	(参考) 第7次計画	
	平成31年度目標	平成26年度実績	平成26年度目標
化学的酸素要求量(COD)	46	47	53
窒素含有量(T-N)	60	61	66
リン含有量(T-P)	4.7	5.0	4.8

出典: 東京都環境局 第8次総量規制(URL: https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/water/pollution/regulation/8th_regulations.html)

また、窒素及びリンの高度処理については、目標年度までに高度処理等を導入するほか、既存施設において設備改良と運転管理の工夫により窒素及びリンを除去する処理方式(準高度処理)を導入し、窒素含有量及びリン含有量の削減を推進している。

東京湾については国土交通省、流域内の地方自治体による定期的なモニタリングが行われており、総量規制による経年的な効果が検証されている。モニタリング項目については環境省が示した大方針に基づいて各自自治体が選択して実施している。

(2) 東京湾流域の下水道整備

下水道整備は生活排水に対する有効な汚濁負荷の削減に有効な手段である。東京湾流域では下水道普及率が概成100%を達成したが、今後も下水道未普及地域(浄化槽設置地域、農業集落排水設備地域等)における下水道の普及促進を図るとともに、下水道普及地域においては下水処理場における施設の維持管理の徹底等により、排水水質の安定及び向上に努めることとされている。下水処理場の適正維持管理や改良は、閉鎖水系の水質保全として有効な対策であり、サントス湾の水質改善においてもSABESPが果たすべき役割は大きい。

10.13.4 日本の事例を踏まえたサントス湾の水質モニタリングについての提言

日本で東京湾の総量規制制度は人口集中地域に効果的であり、サントス湾についても将来的には適切な水質環境基準を維持するために汚濁負荷量の総量を計画的に削減することが提案される。流域全体を対象として適切な汚濁物質の削減目標量を設定し、事業者や地方自治体に適切な排水水質の遵守と報告を義務付けることが将来的に望ましい水質管理が可能になると考えられる。

この汚濁物質の削減目標量の設定は、適切な水質モニタリングとその結果を利用した水質シミュレーション結果に基づいて行う。同流域の流域管理の責任者は CETESB であるが、SABESP は大きな汚染源である生活排水を削減する下水道事業者として、今後 CETESB と水質モニタリングやデータの共有について協議し、役割分担を行うことが想定される。SABESP が既に一部のモニタリングを行っていることを鑑み、今後も SABESP が担当する可能性があるモニタリングの手法、及びその結果を用いたシミュレーションについて下記の通り提言を行う。

(1) モニタリング地点の選定

東京湾等の水質モニタリングについては、環境省の大方針に従って周辺自治体を実施しているが、一方で水質環境基準項目が年々追加されていき、調査の負荷が増加する傾向にある。そのため、各自自治体を実施する水質モニタリングは地域の実情を踏まえつつ、限られた人員と経費で必要十分な成果が得られるよう、より効率的な実施方法への移行が求められてきた。環境省では「水質モニタリング方式効率化指針（1999）（以下、「効率化指針」）を作成しており、この「効率化指針」を参照し、モニタリング地点の設定・効率化について提案する。

日本の「効率化指針」では海域における調査地点は表 10.36 に示すように汚濁源の位置、利水状況、水域の代表地点、富栄養化の監視等の要因を考慮して選定することが指導されている。

表10.36 モニタリング地点の選定方法(環境省 効率化指針より)

	要因	選定理由
1	汚濁源の位置の考慮	汚濁源(特定事業場、ゴルフ場、農地、自然的原因等)の下流及び周辺地域については以下に示す地点を考慮して選定する。 <u>河川</u> ：主要な汚濁水が河川に流入した後十分混合する地点及び流入前の地点 <u>海域</u> ：主要な汚濁源の位置
2	利水状況の考慮	利水状況を勘案し、水道水源の上流等に重点的に調査地点を選定する。
3	水域の代表地点	以下に示すような水域の代表地点を考慮して調査地点を選定する。 <u>河川</u> ：支川が合流後十分混合する地点及び合流前の本川又は支川の地点、流水の分流地点、湖沼への流入前の地点 <u>海域</u> ：水域の地形、海潮流、河川水の流入状況等を考慮した調査地点(例：主要河川の沖、重要港湾内等)
4	富栄養化の監視(生活環境項目)	閉鎖性水域等の富栄養化が懸念される水域においては、閉鎖性水域への流入負荷を監視するため、流入前の河川に調査地点を選定する。

出典：水質モニタリング方式効率化指針の通知について(環水企 186・環水規 163) 1999.4.30

現在、SABESP が計画しているモニタリング地点は未処理汚水の放流口付近を中心に選定されているが、さらに①将来的な流域管理のための水質シミュレーションを念頭に置いたモニタリング地点（境界条件）、②下水道事業の評価のためのモニタリング地点（ビーチ、取水地点等）の視点からのモニタリング地点の選定も必要と考えられる。

(2) 継続的な水質モニタリング項目・頻度

現在 SABESP は非常に多くの水質項目をモニタリングしている。多くの指標を調査することはサントス湾の現況を正しく把握するために有効であると考えられる一方で、最も重要な継続性を担保するにはより効率性を高めることが望ましい。そのため、表 10.37 に示すように、予算の程度に応じて比較的簡素化したモニタリング項目を二通り提案する。

予算が潤沢に確保できる場合は条件 1 でのモニタリングが望ましいが、モニタリング項目を更に絞る必要がある場合は条件 2 が提案される。

表10.37 継続的なモニタリング項目の提案

No.	条件	測定項目	備考
1	予算が潤沢な場合のモニタリング項目	水温, 塩分濃度 (若しくは電気伝導度), 懸濁物質濃度 (若しくは濁度), pH, 溶存酸素 (DO), 生物化学的酸素要求量(BOD), 化学的酸素要求量(COD), 全窒素(T-N), アンモニア性窒素(NH ₄ ⁺ -N), 硝酸性窒素(NO ₃ ⁻ -N), 亜硝酸性窒素(NO ₂ ⁻ -N), 全リン(T-P), リン酸性リン(PO ₄ ³⁻ -P), 大腸菌(E-Coli) (若しくは 糞便性大腸菌: fecal coliform), クロロフィル a (Chl-a)	海域でのモニタリングは最深部+何地点か(ただし 10m 以上の深度)で底層(海底から 1m 程度上)も測定しておくとしミュレーションモデルの構築に有用。
2	効率的なモニタリング項目	水温, 塩分濃度 (若しくは電気伝導度), 懸濁物質濃度 (若しくは濁度), pH, DO, COD, T-N, T-P, E-Coli (若しくは Fecal coliform)	同上

出典: 調査団作成

なお、調査頻度について、日本では温度や降水量などの四季による変動を考慮して年 4 回の測定としている地方自治体が多い。サントス市は年間通して湿度が高く温暖な気候だが降水量の変動は比較的大きい。よってサントス湾では以下のステップを踏んで実施することを提案する。

- 初年度にまず 1 年間を通じて毎月の水質調査を行い、水質の年間変動を把握する。
- 大きな年間変動がないことが把握された場合、雨季と乾季の代表的な 2 季で継続的なモニタリングを行う。
- 2 季以外に大きな変動があることが把握された場合は相応に調査回数を増やして継続的なモニタリングを行う。

(3) サントス湾における将来的な総量規制値設定を想定した水質シミュレーションの実施

上で提案したように、今後 SABESP は CETESB と協力して河川の上流域や、未処理下水の放流箇所、大規模事業者の放流口近くなどより広域での水質データを収集することが望ましい。そのように収集したデータは、環境当局である CETESB による海域シミュレーション、汚濁物質の湾内での動向の把握、総量規制の根拠としての活用が期待される。SABESP は、下水道整備責任者ならびに事業者の一人として CETESB にモニタリングデータを提供し、CETESB のシミュレーションの結果をもとに、より効率的な事業展開の構築に有効利用することが奨励される。

第11章 用地取得計画

11.1 用地取得・住民移転及び樹木・作物伐採等の必要性

本事業における用地取得・住民移転及び樹木作物伐採の必要性につき、詳細設計及び SABESP への確認によって現時点で得られている情報を整理する。はじめに、本事業で対象とする施設は以下のとおりに分類できる。

<下水道施設>

- 下水処理場 : 拡張 10 か所
- 下水ポンプ場 : 計 29 箇所
- 下水道幹線、下水収集管網 : 延長 278.9 km

<水道施設>

- 配水池・ポンプ場 : 新設 1 か所 (敷地面積 8,450 m²)
- 送配水管 : 延長 32.2 km

2022年2月時点で、本事業実施のための用地取得の必要性は表 11.1 に示すとおりである。下水処理場に関しては、既存施設の拡張3施設 (P1 下水処理場、Barigui 下水処理場、Vicente de Carvalho 下水処理場) の工事において樹木の伐採を含む整地若しくは新規に用地を確保する必要がある。ただし、これらは SABESP が拡張用地として確保している土地であり、新たな用地取得は発生しない。

一方、新規施設建設用地、及び拡張用地は二次林により被覆されている。このため、Ordinance DEPRN No.51 of 11/30/2005 及び、Resolution SMA-18 of 04/11/2007 に基づき、既存の被覆林の種類に応じて伐採面積の 1.25 倍から 2 倍の面積を同一流域内¹への植林が求められる。

その他の施設に関しては、下水ポンプ場用地、配水池・ポンプ場用地で用地取得が必要となる見込みである。このうち配水池・ポンプ場用地 (1 か所) については SABESP が土地所有者との交渉を開始しており、裁判所を通じた土地価格の査定を行っている段階である。下水ポンプ場用地に関しては場所、必要面積等に関して精査している段階であり、現時点で詳細は定まっていない。各施設の建設予定地の現状は「6.2.6 下水処理場の修繕、拡張計画」と「6.2.7 新規下水処理場の建設計画」に示したとおりである。

¹ 原文では“sub-basin”とされている。

表11.1 本事業対象施設における用地取得及び樹木伐採の必要性

対象施設	各種手続きの必要性及び規模		備考
	用地取得・住民移転	樹木伐採	
<下水道施設>			
・下水処理場			
1) P1 下水処理場	不要	拡張予定地は二次林（2 m 以下の低木を中心とした在来種）伐採が必要。1.25 倍の面積の土地への同等の樹種による植林が必要	施設拡張のため SABESP の所有地 0.865 ha が充てられる
2) P2 下水処理場	不要	不要	処理場敷地内にて拡張のため、新規の用地取得、樹木伐採は不要。
3) Guapiranga 下水処理場	不要	不要	2)と同様
4) Anchieta 下水処理場	不要	不要	2)と同様
5) Bichoro 下水処理場	不要	不要	2)と同様
6) Barigui 下水処理場	不要	施設拡張のため、0.15 ha の二次林（2.5 m 以下の低木が中心）伐採が必要。1.25 倍の面積の同等の樹種 323 本の植林が必要	施設拡張のため SABESP の所有地 0.15 ha が充てられる
7) Casquero 下水処理場	不要	不要	2)と同様
8) Vicente de Carvalho 下水処理場	不要	本事業で取得が必要な用地の植生を考慮し、2 倍の面積の代替林の植林が必要である	拡張用地 0.224 ha のうち、0.149ha は二次林により被覆（実際に拡張のために必要な用地面積は不明、最大 0.224 ha が見込まれる）
9) Centro 下水処理場	不要	不要	2)と同様
10) Vista Linda 下水処理場	不要	不要	2)と同様
・下水収集施設			
1) 下水道幹線・下水収集管網	不要	不要	既存道路に埋設する想定であり、新規の用地取得は想定していない
2) 下水ポンプ場	用地取得が必要 (29 カ所の総面積： 10,028 m ² 、うち民地 7 カ所 2,781 m ²)	確認中	設置場所、用地取得が必要な面積、方法（補償額等）は SABESP 内で精査中。（2022 年 2 月時点の検討状況を 11.4 に整理）
<水道施設>			
1) 配水池・ポンプ場	用地取得が必要（面積：8,448 m ² 、営業していないレストラン及びホテル用地）	不要	土地代金の支払いによる用地取得を見込んでおり、裁判所を通じて土地価格の査定中
2) 送配水管	不要	不要	既存道路に埋設する想定であり、新規の用地取得は想定していない

出典：調査団作成

11.2 簡易住民移転計画策定の基本方針及び必要な手続き

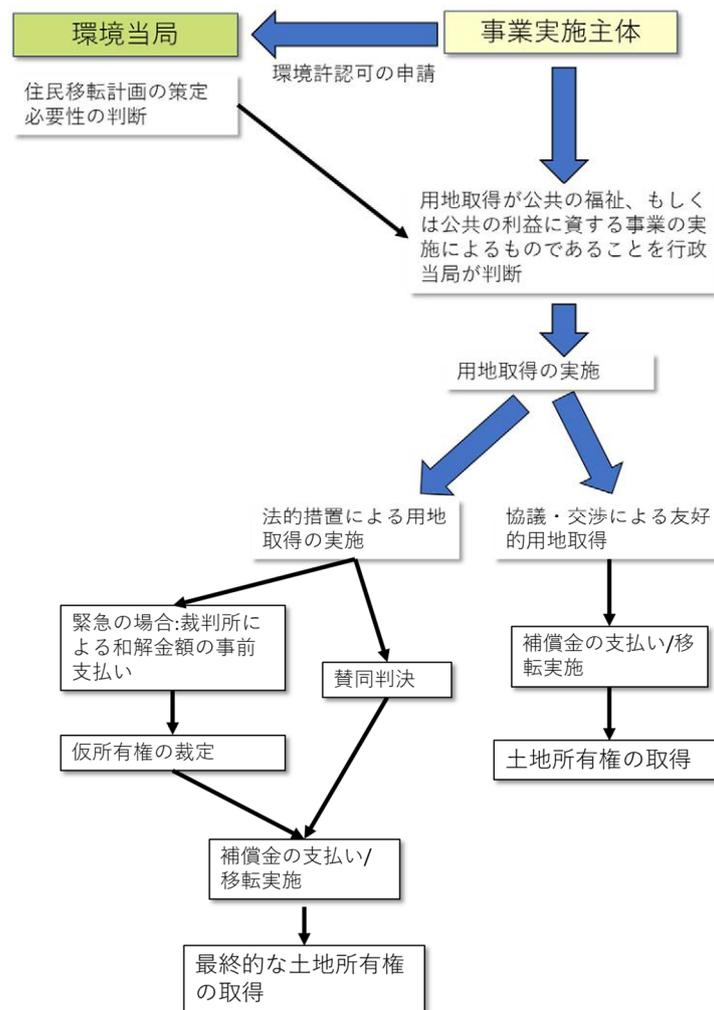
11.2.1 ブラジルにおける簡易住民移転計画策定の基本方針

ブラジルには非自発的住民移転を伴う用地取得に関する国家レベルの具体的な法的枠組みは存在しない。他方で、土地収用と補償に関してはいくつかの法令が策定されている。また、実務上、非自発的住民移転等による社会配慮上の負の影響は、環境許認可プロセスを通じて分析・確認されるものと位置づけられている。そのため、実務上はプロジェクトの実施機関(SABESP)が、プロ

プロジェクトの性質、規模、用地取得の規模等の情報を整理し、最新の事業計画に基づいて関連当局に対して申請を行い、関連当局が案件ごとに必要な手続きを判断、実施を指示している。

公共事業の実施に用地取得や非自発的住民移転が伴う場合、行政や司法の公的機関（本事業の実施においては自治体）が土地所有者に対して工事開始以前に金銭的な補償を行うことで、所有権を取得する。公共事業での標準的な用地取得の工程は図 11.1 に示す通り、1)事業主体から環境当局(CETESB)に対する環境許認可の申請、2)行政当局による事業目的が公共の福祉若しくは社会的利益につながるものであることの確認と認定、3)法的措置若しくは裁判所を通さない協議による友好的な用地取得の実施、4)補償金の支払い、若しくは代替地の提供、5)事業実施主体による所有権の取得となる。

なお、SABESP によると、本事業における上水道配水池・ポンプ場用地の取得は住民移転を伴わないため、環境当局への申請プロセスを経ずに 3)以降のプロセスに従って裁判所を通じた用地取得の手続きが行われているとの事である。



出典：Involuntary Resettlement in Brazil: A review of Policies and Practices (WB: 2011) にもとづき調査団作成

図11.1 ブラジルにおける用地取得及び非自発的住民移転のフロー

11.2.2 JICA 事業実施における簡易住民移転計画策定の基本方針

用地取得や住民移転を伴う事業の実施について、JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010)(以下、JICA GL)では、住民移転計画(Resettlement Action Plan: RAP)の作成が必要と定めている。また、小規模の移転が生じる場合、実施機関である SABESP は JICA GL および世界銀行 OP4.12 (非自発的住民移転)に準拠した Abbreviated RAP (A-RAP) を作成する必要がある。本事業では住民移転は発生しないため住民移転計画、A-RAP の作成は行わないが、用地取得に関する基本方針を、表 11.2 に示した A-RAP 作成において標準的な構成と基本方針を参考に整理する。

表11.2 簡易住民移転計画の標準的な構成

構成	概要
事業概要	最新の事業概要の説明を記述する。
用地取得及び住民移転の必要性、及び住民移転計画の目的	用地取得の範囲、用地取得及び住民移転の規模、移転を生じさせる事業コンポーネント、影響エリア、移転を回避・最小化するために検討された初期設計代替案等を記載する。
用地取得・住民移転にかかる法的枠組み	当該国における用地取得及び住民移転の関連法を整理し、JICA ガイドラインとの相違を分析する。
用地取得・住民移転の規模・範囲	事業対象地の全所有者(地主、非正規占拠者、賃借人、商売人、店舗従業員を含む)を対象とした①人口センサス調査、②財産・用地調査、及び③家計・生活調査を実施し、その結果を記載する。
人口センサス、財産・用地調査、家計・生活調査	インタビューによって取得予定用地在住の全世帯を対象に人口、財産に係る調査を実施、結果を整理する。
補償の方針及び補償・支援の具体策	過去に当該国で実施された JICA 出資の類似事業において行われた補償内容を確認した上で、当該事業における補償の方針を定める。また、その方針に基づいて具体策を検討する。
苦情処理メカニズム	苦情処理を担う組織の構成メンバー、権限、及び苦情処理手続きを記載する。事業対象地に、(司法制度から独立した)信頼の置ける既存の係争仲裁組織や手続きがあるかどうかを確認し、これらを活用すべきか、新たな組織等を設置すべきか検討し、その結果を記載する。
実施体制	関連機関の組織図、人員、職員の役割等を記載する。関係機関が複数に亘る場合には、関係機関間の調整方法について記載する。
実施スケジュール	事業全体のスケジュールに、住民移転・用地取得にかかる項目も含めて記載する(事業全体のスケジュールが、他の章に記載されている場合には、それらと整合性を取る)。
費用と財源	全ての移転活動に必要な費用見積もりを項目別に示した表にして記載する。
実施機関によるモニタリング体制	モニタリング項目(補償費支払い状況、各種支援の実施状況、移転の完了等)、投入及び成果等を計るための指標、モニタリング継続期間及び実施・責任機関を記載する。
住民協議	実施した住民協議について、実施日、場所、方法(住民集会、個別インタビュー等)、参加者(人数、所属等)、協議内容、参加者からのコメント、実施機関による返答、寄せられたコメントの移転計画への最終反映結果を記載する。

出典: JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010)及びカテゴリB案件報告書執筆要領(2019)

11.3 人口センサス調査、財産・用地及び社会経済調査

SABESP は用地取得に際して、事前に広く住民に知らしめることは取得予定用地の価格が上昇するリスクがあるため回避したいとの意向である。また、私有地の用地取得を可能な限り回避するべく内部で検討がなされており、取得対象となる土地所有者が確定していない状況である。そのため、本調査では代替手段として用地取得が発生する地区のデータを社会調査の結果²から抽出し、住居所有、雇用、収入状況等を整理した。なお、プライア・グランデ市の用地取得は所有者が住民ではないため、データ抽出の対象外とした。

用地取得の対象となる地域における社会経済状況を表 11.3 に、世帯月収の分布を図 11.2 に示す。用地取得対象地域における持ち家率は 77.0 - 82.0%、平均は 79.5%であり、事業対象地域全体の 76.7%と比較してやや高い。賃貸率は対照的に 8.0 - 16.0%で、全体平均の 17.6%より約 5 ポイント低い。雇用状況についても、被雇用者が一人いる世帯が 28.0 - 44.0%、二人以上いる世帯が 18.0 - 27.9%でそれぞれ全体平均の 34.8%、22.6%よりも低い値を示した地域が多い。収入状況については、平均世帯月収並びに、平均の一人当たり月収はそれぞれ 2,129 - 3,963 レアル、1,013 - 1,672 レアルで、これらも全体平均をやや下回っている。貧困層の割合は 2.4% - 10.3%とばらつきが大きい結果となったが、5 地区中 3 地区にて全体平均の 7.1%を上回っている。

総じて、地区におけるばらつきはあるものの事業対象地域全体よりも若干低水準の雇用及び収入状況となっている。

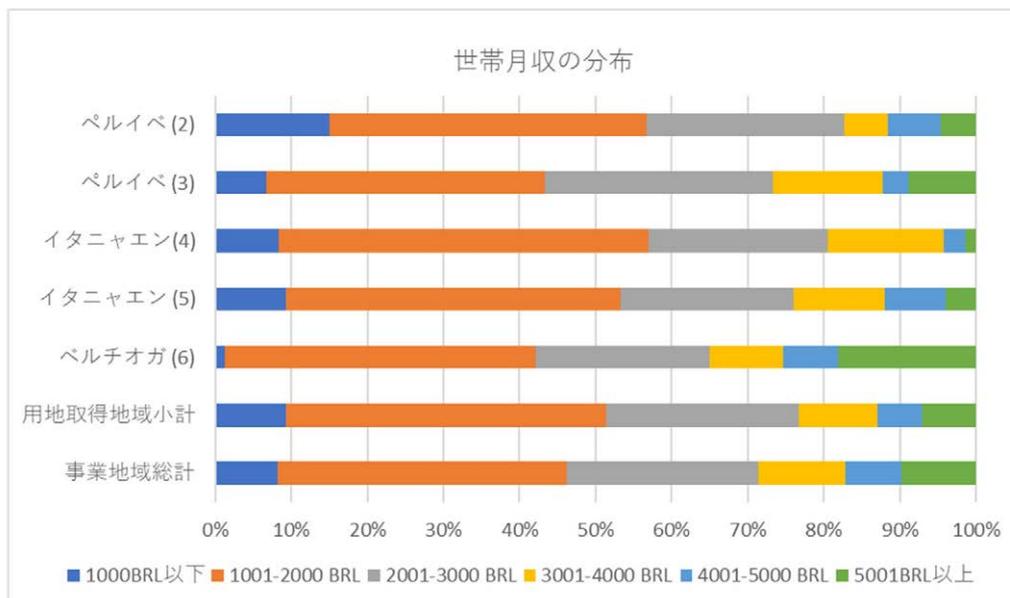
表11.3 用地取得の対象となる地域における社会経済状況

サンプリングエリア	住居所有状況		雇用状況		収入状況		
	持ち家 (%)	賃貸 (%)	被雇用者が 1 人いる世帯 (%)	被雇用者が 2 人以上いる世帯 (%)	平均世帯月収 (BRL)	平均一人当たり月収 (BRL)	極貧困層の割合* (%)
ペルイベ (2)	80.5	11.5	28.0	18.5	2,384	1,013	10.3
ペルイベ (3)	77.1	13.3	34.3	23.8	2,876	1,245	5.5
イタニャエン(4)	82.0	8.0	29.0	18.0	2,129	1,041	8.3
イタニャエン (5)	77.0	16.0	44.0	20.0	2,495	1,104	9.1
ベルチオガ (6)	79.8	14.4	33.7	27.9	3,963	1,672	2.4
用地取得対象地域	79.5	12.5	25.7	19.2	2,718	1,183	7.6
事業対象地域全体	76.7	17.6	34.8	22.6	3,069	1,300	7.1

*一人あたりの平均月収が 250 レアル以下の世帯、詳細は 2.4 節参照

出典: 社会調査

2 2 章 2.4 節「対象地域のコミュニティに係る社会調査 (ベースライン・サーベイ)」参照



*: BRL = レアル

出典: 調査団(社会調査の結果より)

図11.2 本事業で用地取得が行われる地域における世帯月収の分布

11.4 用地取得関連の現地法制度

11.4.1 当該国における用地取得に関連する法制度

ブラジルにおいては、連邦憲法、法令第 3365/1941 号をはじめとする法令が、開発事業の実施による非自発的住民移転の実施を規定している。主な法令は表 11.4 に示すとおりである。また、これらの法令に加えて、取得用地、若しくは既に保有の用地内においても在来種を伐採する際は代替地への植林が求められる場合があり、政令 DEPRN No.51 (2005 年 11 月 30 日付)、議会決議 SMA-18 (2007 年 11 月 4 日) によりその手続きが定められている。なお、これらの法令の詳細については添付資料 11.1 に記載するとおりである。

表11.4 ブラジルにおける用地取得に関する主な法律

法令名、発効日	概略
憲法第 5 条 (1988 年)	公益または社会的利益のための土地収用の許可
政令第 3,365 号 (1941 年)	公益目的のための土地収用を行う場合に従うべき規定や工程の規定
連邦法 13,140 (2015 年 6 月 16 日)	紛争解決手段としての調停や、行政内での紛争の解決法について規定
連邦法 9,307 (1996 年 9 月 23 日)	補償に関する仲裁について規定
連邦法 6,040 (2001 年 7 月 19 日)	原住民の土地、文化等への特別な配慮を規定
民法 10,406, 10/01 (2002 年)	第 1,228 条土地所有者の権利、及び施設建設の自由を規定
省令第 317 (2013 年) 都市省	公共事業の実施によって生じる非自発的住民移転の措置や手続きを規定
環境社会配慮関連の決議	
CONAMA 決議第 01 号 (1986 年 1 月 23 日)	EIA 手続きの一部として情報公開の方法、住民移転計画の策定について規定
CONAMA 決議第 09 号 (1987 年 12 月 3 日)	公聴会の実施について規定

出典: 調査団作成

11.4.2 JICA の非自発的住民移転に関する基本方針

JICA が資金協力を行う事業の実施に伴う非自発的住民移転の基本方針は、JICA GL に記載されている。また、いくつかの項目においては世界銀行 OP4.12（非自発的住民移転）が参照されている。これらの基本方針を表 11.5 に整理する。なお、今回は下水処理場の予定地は既に SABESP 所有または市有地であり、非自発的住民移転は発生しない。またポンプ場建設で小規模な用地取得が生じる可能性はあるが、現時点で確認されている限りでは用地取得のみで住民移転は発生しない。用地取得が必要な場合には、SABESP は 11.2.1 節に示した手法で適正に用地取得を行う必要がある。

表11.5 JICA ガイドラインによる非自発的住民移転への基本方針

番号	方針
I.	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。
II.	このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性ある対策が講じられなければならない。
III.	移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。
IV.	補償は可能な限り再取得費用に基づかなければならない。
V.	補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない。
VI.	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。住民移転計画には、世界銀行のセーフガードポリシーの OP4.12 Annex A に規定される内容が含まれることが望ましい。
VII.	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。
VIII.	非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。
IX.	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。
また、JICA ガイドラインには、「JICA は、環境社会配慮等に関し、プロジェクトが世界銀行のセーフガードポリシーと大きな乖離がないことを確認する。」と記載いることから、上記の原則は、世界銀行 P 4.12 によって補完される。世銀 OP 4.12 に基づき追加すべき主な原則は以下のとおりである。	
X.	被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む)を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい。
XI.	補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものとする。
XII.	移転住民の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる。
XIII.	移行期間の支援を提供する。
XIV.	移転住民のうち社会的な弱者、得に貧困層や土地なし住民、老人、女性、子ども、先住民族、少数民族については、特段の配慮を行う。
XV.	200 人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、移転計画(要約版)を作成する。
上記の主要原則に加え、各事業の住民移転計画、実施体制、モニタリング・評価メカニズム、スケジュール、詳細な資金計画も必要である。	

出典: JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010)及び世界銀行 OP4.12

11.4.3 JICA ガイドラインと国内法の比較

非自発的住民移転と用地取得に関連する JICA GL（および WB OP4.12）とブラジルの関連法令を比較し、相違点がある場合は本事業における対応方針を検討した。結果を表 11.6 に整理する。

表11.6 JICA ガイドラインと国内法の比較結果及び相違点解消の方針

No.	JICA GL /世銀セーフガードポリシーOP4.12	ブラジル国内法	主な相違点	本事業で相違点を解消するための方針
1.	非自発的住民移転および生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。(JICA GL)	該当法令なし	法令における明確な規定はなされておらず、慣習的に事業への資金提供者が定めたガイドラインに基づき方針を決定している。	本事業では非自発的住民移転は発生しない。用地取得に関してはその影響を最小化するために代替案の検討を行い、可能な限りでの回避・最小化を図る。
2.	非自発的住民移転が避けられない場合、影響を最小化し、損失を補償するために実効性ある対策が講じられなければならない。(JICA GL)	憲法第5条(1988年)：公益または社会的利益のために取得される土地の権利を有する者は、公正かつ事前に現金補償を受け資格を有する。また、土地所有権は国民の権利であり、公共の利益に資する場合にのみ土地収用が認められる。 民法 10.406, 10/01/2002, 第1,228条：土地所有者の権利、及び施設建設の自由を定めている。	大きな相違は無い。	本事業では非自発的住民移転は発生しない。また、用地取得に際しては影響の最小化を考慮した事業計画を検討、損失に見合った補償内容とする。
3.	移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。(JICA GL)	憲法第5条(1988年)：公共の必要性もしくは公共の福祉に資する用地取得について、公正かつ事前の現金による補償を前提としてこれを実施する。 省令第317(2013年)：公共事業及びそれに準じるプロジェクトの実施によって世帯が居住地や活動の場から非自発的に移動する場合に採用すべき措置や手続きを規定する。 政令第3365号(1941年)：公益目的のための土地収用を行う場合に従うべき規定や工程を規定する。補償金は現金とする。	公平な補償が支払われるべき点は定められているが、具体的な補償内容及び支援については明文化されていない。	被影響住民に対して生じる影響の種類および程度を考慮し、生活水準や収入機会、生産水準において改善または回復できるような補償・支援とする。
4.	補償は可能な限り再取得費用に基づかなければならない。(JICA GL)	憲法第5条(1988年)：公共の必要性もしくは公共の福祉に資する用地取得について、公正かつ事前の現金による補償を前提としてこれを実施する。	具体的な補償の算出方法が定められていない。	再取得費用に基づく補償を行う。
5.	補償やその他の支援は、物理的移転の前に	同上	土地所有権の譲渡よりも前に補償が行われるべきと位置づけ	補償支払が発生する場合移転前に行う。

No.	JICA GL /世銀セーフガードポリシー-OP4.12	ブラジル国内法	主な相違点	本事業で相違点を解消するための方針
	提供されなければならない。(JICA GL)		られているため、大きな相違はない。	
6.	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていないなければならない。(JICA GL)	CONAMA 決議第01号(1986年1月23日) : 環境影響調査が実施される場合、環境影響報告書が提示され、それが一般に公開されなければならないことを定めている。 CONAMA 決議第09号(1987年12月3日) : 公聴会の実施について定めている。	ブラジルの法制度では、大規模な非自発的住民移転の場合に住民移転行動計画の策定を明示的に要求していない。しかし、実際には、該当する場合、EIA手続きの一部として住民移転計画が要求される。	本事業では非自発的住民移転は発生しないため、移転計画書の公開や協議は行わない。
7.	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。(JICA GL)	CONAMA 決議第01号(1986年1月23日) : 環境影響調査が実施される場合、環境影響報告書が提示され、それが一般に公開されなければならないことを定めている。 CONAMA 決議第09号(1987年12月3日) : 公聴会の実施について定めている。	ブラジルの法制度では、被影響者との事前の協議を明示的に要求していない。しかし、実際には、EIA手続きの一部として公聴会の実施が要求される。	本事業では非自発的住民移転は発生しないため、移転計画書の公開や協議は行わない。
8.	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。(JICA GL)	CONAMA 決議第01号(1986年1月23日) : 協議にあたり、被影響者が理解可能な言語、表現方法、様式にて計画が示されなければならない事を定めている。	大きな相違は無い。	本事業では非自発的住民移転は発生しないため、移転計画書の公開や協議は行わない。
9.	非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。(JICA GL)	連邦法 10,257(2001年) : 都市施設の計画実施にあたり、住民および地域社会を代表する団体が参加することで民主的な計画立案が行われるべきことが定められている。 CONAMA 決議第01号(1986年1月23日) : 環境影響調査が実施される場合、環境影響報告書が提示され、それが一般に公開されなければならないことを定めている。	住民移転に関する具体的な法令は存在しないが、施行されている法律では、環境影響調査と裨益者に対する広報・公聴会が義務付けられており、一般的には住民移転も含まれると理解されている。この意味で、許認可機関は、事業実施主体に対して公聴会の実施、幅広い社会参加を保証するよう義務付けている。	本事業では非自発的住民移転は発生しないため、移転計画書の公開や協議は行わない。用地取得の実施やモニタリングに際しては、被影響コミュニティの参加が促進されるよう SABESP に提案する。
10.	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。(JICA GL)	連邦法 13,140(2015年6月16日) : 紛争解決手段としての調停や、行政内での紛争の解決法について規定している。 連邦法 9,307(1996年9月23日) : 補償に関する仲裁について定められている。	大きな相違は無い。なお、これらの法律に加えて、SABESPは被影響住民の苦情処理メカニズムを含む独自の住民移転の枠組みを策定している。	既存の行政手続きや地域の習慣を活用し、被影響住民にとってアクセスしやすい苦情処理メカニズムを検討する。

No.	JICA GL /世銀セーフガードポリシーOP4.12	ブラジル国内法	主な相違点	本事業で相違点を解消するための方針
11.	被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む)を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい。(WB OP4.12 Para.6)	該当法令なし	初期ベースラインの実施、カットオフ日の設定は法令によって定められていない。	本事業の実施においては一律なカットオフ日を設定するよりも、取得用地の位置確認が済み次第、登記情報と土地所有者の情報を確認し、出来るだけ早い段階で各所有者への事業概要・用地取得の説明を行う事とする。また、詳細設計段階で用地取得に関する情報を更新する等とする。
12.	補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有する者、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められる者、法的権利及び請求権を確認できないものの事実上土地を占有している者とする。(WB OP4.12 Para.11)	該当法令なし	非正規住民に対する補償は法令によって定められていない。 (通常、資金提供者のガイドライン等に従って不法居住者に対しても移転先等が提供される)	SABESP の用地取得の方針によると、非正規住民に対しても補償することが定められているため、これに基づき適切に実施されるよう計画する。
13.	移転住民の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる。(WB OP 4.12 Para.11)	該当法令なし	土地に基づく移転戦略を優先させることについて、明確な規定はない。	本事業において住民移転は発生しないため、移転戦略は策定しない。
14.	移行期間の支援を提供する。(WB OP 4.12 Para.6)	該当法令なし	移行期間の支援について明確に定めた規定はない。	
15.	移転住民のうち社会的な弱者、得に貧困層や土地なし住民、老人、女性、子ども、先住民、少数民族については、特段の配慮を行う。(WB OP4.12 Para.8)	憲法第 5 条及び 127 条 (1988 年)：社会的弱者に対する際限のない無償の法的支援を提供することが定められている。 連邦法 6,040 (2001 年 7 月 19 日)：原住民の土地、文化等への特別な配慮を定めている。	大きなギャップはない。	住民移転は発生しないが、本事業の実施により社会的弱者が何らかの負の影響を受ける場合、SABESP、地方政府および関係機関と協力し、適切な支援を検討する。
16.	200 人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、移転計画(要約版)を作成する。(WB OP 4.12 Para. 25)	該当法令なし	移転計画の策定について明確に定めた規定はない。	本事業において住民移転は発生しないため、移転計画(要約版)は策定しない。

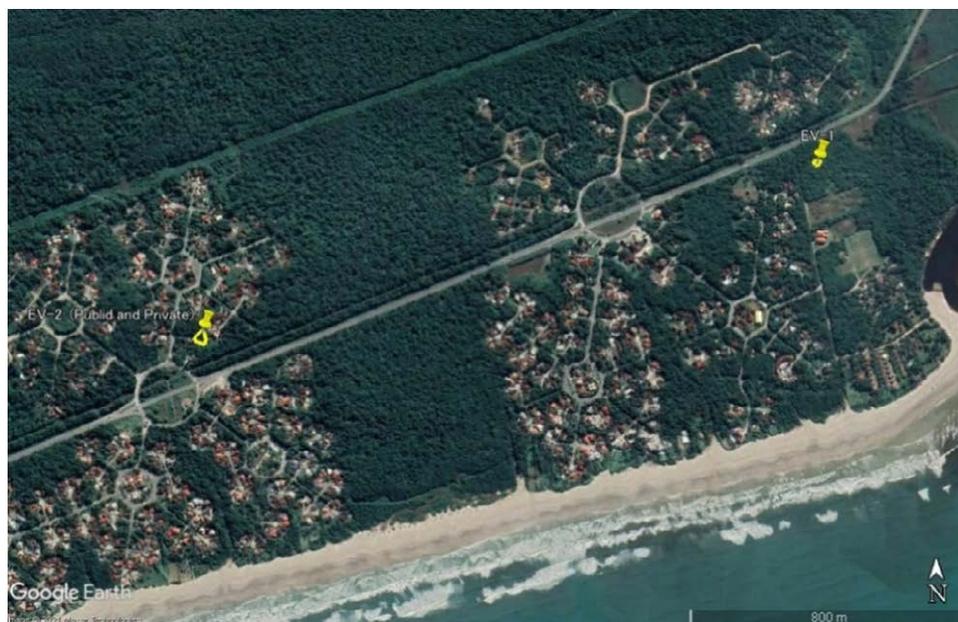
出典：調査団作成

11.4.4 本事業の実施に向けて新たに発生する用地取得

本事業の実施に必要な用地の種類については、11.1 節に整理したとおりである。その中から既に SABESP が所有している用地、SABESP が市から無償で使用許可を得る見込みである用地を除き、本事業の実施に際して取得が必要な民地、及び公用地（道路用地）を行政区ごとに以下に整理する。

(1) ベルチオガ市

用地取得の対象となるのは Costa do sol の下水収集施設（処理場の拡張については本事業では対象外）の処理区域における 2 か所、合計面積 946m²（内、民地 1 か所 746 m²、公用地 1 か所 200 m²）のポンプ場用地である。



出典：SABESP 提供情報に基づき調査団作成

図11.3 ベルチオガ市 Costa do Sol における用地取得の対象地

(2) イタニャエン市 Anchieta 処理区域

用地取得の対象となるのは Anchieta 処理場の処理区域に位置する 9 か所、合計面積 2,761 m² (内、民地 3 か所 975 m²、公用地 6 か所 1,786 m²) のポンプ場用地である。



出典：SABESP 提供情報に基づき調査団作成

図11.4 イタニャエン市 Anchieta 地区における用地取得の対象地 (黄色で表記)及び処理場位置(赤線)

(3) イタニャエン市 Guapiranga 地区

用地取得の対象となるのは Guapiranga 処理場の処理区域に位置する 13 か所、合計面積 4,532 m² (内、民地 3 か所 1,060 m²、公用地 10 か所 3,472 m²) のポンプ場用地である。

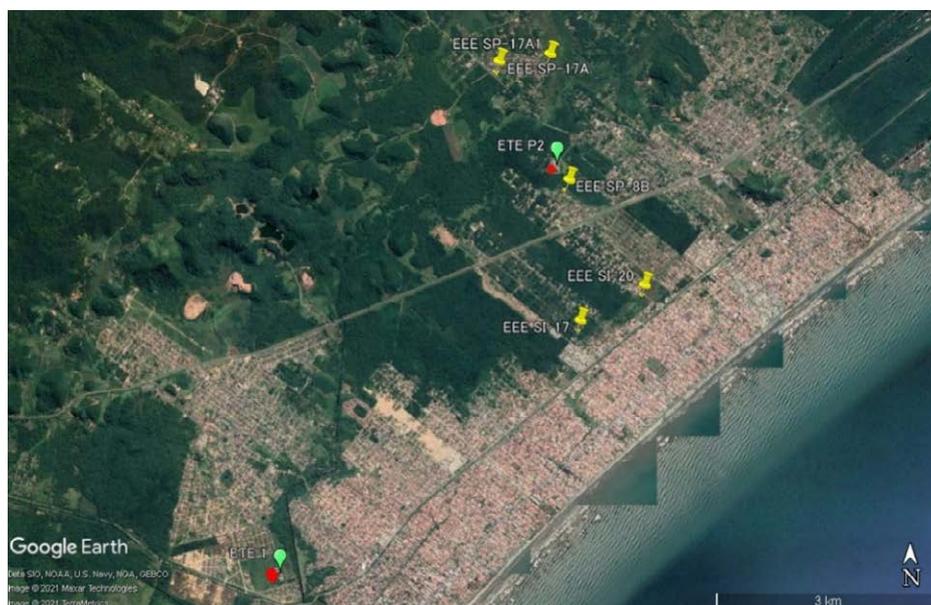


出典：SABESP 提供情報に基づき調査団作成

図11.5 イタニャエン市 Guapiranga 地区における用地取得の対象地(黄色で表示)

(4) ペルイベ市

用地取得の対象となるのは本事業で拡張予定の ETE2 処理場の処理区域に位置する 5 か所、合計面積 1,790 m²（全て公用地）のポンプ場用地である。

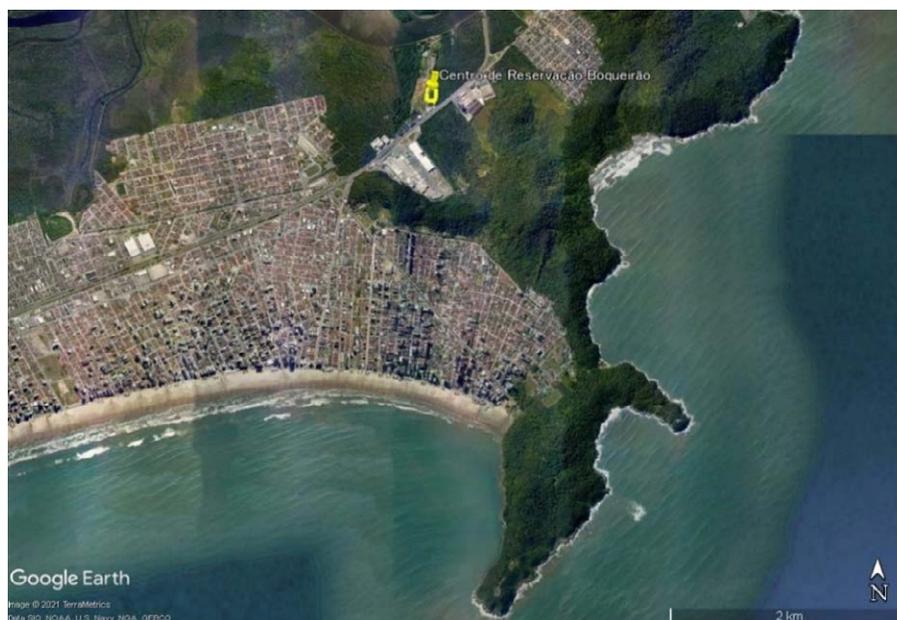


出典：SABESP 提供情報に基づき調査団作成

図11.6 ペルイベ市における用地取得の対象地(黄色で表記)

(5) プライア・グランデ市

用地取得の対象となるのは本事業で新設予定の上水道配水池及びポンプ場用地 1 か所、合計面積 8,448 m²である。



出典：SABESP 提供情報に基づき調査団作成

図11.7 プライア・グランデ市 上水道配水池及びポンプ場用地(黄色で表記)

また、これらの取得予定の事業用地の現況について、SABESP 提供の情報を基に、衛星写真で判別可能な範囲で民地における植生の状況を表 11.7 に、公用地の個所数及び面積（参考値）を表 11.8 に整理する。

表11.7 用地取得の対象となる民地

	植生無し		二次林被覆有	
	(個所数)	面積(m ²)	(個所数)	面積(m ²)
ベルチオガ市				
Guaratuba 地区	0	0	1	746
小計	0	0	1	746
イタニャエン市				
Anchieta 地区	2	536	1	439
Guapiranga 地区	3	1,060	0	0
小計	5	1,596	1	439
総計	5	1,596	2	1,185

出典：SABESP 提供情報に基づき調査団作成

表11.8 ポンプ場用地として利用予定の公用地

	個所数	面積(m ²)
ベルチオガ市		
Guaratuba 地区	1	200*
イタニャエン市		
Anchieta 地区	6	1,786*
Guapiranga 地区	10	3,471*
ペルイベ市		
ETE2 地区	5	1,790*
総計	22	7,247* (参考値)

注*) 用地面積は既存の情報に基づいて算出した参考値であり、実際の面積とは異なる。

出典：SABESP 提供情報に基づき調査団作成

11.4.5 本事業の実施により一時的に影響を与え得る地域

本事業に関連する上下水道の管路の敷設に関し、先述のとおり道路用地に敷設を予定しているため用地取得は発生しないが、埋設作業中には一時的に通行止めや迂回等が発生する。また、沿道に商店や食堂などが立地している場合は、工事の実施による営業への影響が懸念されるため、管路の敷設経路の土地利用状況を現地にて確認した³。調査の結果、本事業の対象地域においては補償の対象となる程の影響を与え得る箇所は確認されなかった。従って、工事の実施前に広く工事範囲や実施時期を周知することで、周辺住民や事業者への影響を最小限にとどめることが可能と判断され、SABESP が早期の周知を事業実施計画に反映させることを提案する。

³ 再委託業者が撮影した敷設経路の動画にて土地利用状況の確認を行った。

11.5 実施機関による用地取得の方針

SABESP は世銀をはじめとする他の国際機関による融資を受けた経験を有し、世界銀行 OP4.12 に準拠し、適切な補償を行う事を「用地取得及び住民移転の方針」⁴にて規定している。また、同方針は用地取得に限らず、工事に必要な用地の一時利用及び工事に伴って発生した建物への損傷等に対する補償も規定している。本事業に係る用地取得も同方針に沿って行われる予定であり、本節ではその概要を整理する。

11.5.1 実施機関による用地取得の方針

SABESP は用地取得の方針の中で、既存調査及び設計の段階において、原則として用地取得等による住民への影響を回避することとしている。また、影響回避が困難な場合は最小化を試み、より良い水衛生サービスと適切な補償の提供により、被影響住民の総合的な生活の質が事業実施前よりも向上することを目標としている。SABESP に実施権限が与えられている用地取得にかかる行為、及び、用地取得に関連する補償の対象は以下のとおりである。なお、これらの補償内容は JICA GL に準じた内容と判断できる。

- a) 法的な土地収用及び友好的な協議による用地の取得
- b) 工事の実施に伴って発生した住居の補修若しくは代替の提供
- c) 土地所有者、賃借人、及び公共用地の占有者が敷設した付帯施設に対する補償
- d) 土地売買及び移転により発生する事務経費、税金の補償
- e) 賃借人に対し、少なくとも三か月分の同等の施設の賃料の補償
- f) 公共用地の占有者の所有物に対する補償
- g) 樹木及び土地の付帯施設に対する補償
- h) 貧困層が被影響者の場合の移転の支援、帯同及び説明会の実施
- i) 移転や転居の支援
- j) 仮住居への移転にかかる費用、移転によって発生する経済的損失の補償

11.5.2 実施機関による補償の内容

SABESP は取得対象となる用地をその用途により住宅地・商業用地・空地の3種類に分類、所有の別によって公地・民地に分類している。さらに、所有・占有の形態によって被影響者を所有者、賃借者、及びそれ以外の占有(不法居住者を含む)等に分類し、補償の範囲を定めており、その概要を 11.1.1(1)図 11.1 表 11.1 に整理した。

⁴ Marco de Desapropriações e Reassentamento – MINUTA, Project for Improving water service access and security in the metropolitan region of Sao Paulo (サンパウロ大都市圏衛生向上プロジェクトのための用地取得及び住民移転の方針, SABESP (2018))

表11.9 事業の実施による社会影響に対する SABESP の補償方針

補償の種類	被影響者	補償の方針	補足事項
(1) 土地に対する補償(建物の有無に関わらない)			
1) 恒久的に取得する土地(裸地及び住居以外の商用建物が立地する土地を含む)	土地所有者	- 合意した土地価格の支払い(ただし、市場価格を参考に算定した額を上限とする) - 所有者によって設置された付帯施設に対する補償 - (商業用地の場合) 商業上の損失に対する補償	- 金銭による補償は移転費用及び土地取引に係る税金等の経費を含む - 補償費は一括で受渡しの前に支払う
	慣習的占有者 (POSSEIRO)*	- 土地所有者に対する補償内容と同様	- 用地に対する補償は基本的に土地所有者に対して支払われるものであり、借用者に対する補償は賃貸契約書の内容に基づき所有者と協議の上決定する
2) 恒久的に取得する住宅用地、及び住居兼商業用地	土地所有者、慣習的占有者、賃貸契約者**	- 合意した土地価格の支払い(移転費用及び土地取引に係る税金等の経費を含む)	- 住居兼商業用地に対する補償は本表(3)に記載した商業上の損失も補償の対象とする
3) 土地の一時的な利用(工事中の資材置き場等)	土地所有者	- 土地利用契約に基づいた賃借料	- 一時的に利用する用地は取得対象とはならず工事期間の一時的利用を対象とする - 本補償費用は工事契約に含まれ、建設工事の受注者が手続きを行う
(2) 建造物及び植栽、作物等に対する補償(工事作業等による損害を含む)			
1) 恒久的な損害(人的被害を含む)	土地/建造物の所有者、慣習的占有者	- 建造物等の損害に対する支払い(移転費用及び土地取引に係る税金等の経費を含む)	- 税金等の経費は受渡し時の固定資産税を含むが、補償額は市場価格に基づいて算定される - 補償費は一括で受渡しの前に支払う
	賃貸契約者	- 一時的な代替住居の資金補助	- 資金補助は賃貸契約の条件の範囲内で行われる
	公有地における非正規の住民	- 住民によって設置された付帯施設・植栽・作物等に対する補償 - 税金と経費を含む資金的補填及び転居の支援	- 税金等の経費は受渡し時の固定資産税を含む - 被影響住民は 1)自治体によって提供される住居プログラムへの参加***、もしくは、2)現住居に相当する価値があると裁判所によって認定される家屋の購入、のどちらかを選択できる
2) 一時的な損害	土地所有者、慣習的占有者	- 建造物の損害の修復、及び一時的な代替住居の資金補助	- 資金補助の内容は、建造物の修復期間中の代替住居の賃料とする
	賃貸契約者	- 一時的な代替住居の資金補助	- 資金補助は賃貸契約の規定の範囲内で提供される
(3) 経済活動に対する補償			
1) 恒久的な営業利益の損失	土地所有者、慣習的占有者、公有地における非正規の住民	- 金銭的な損失の補償、移転の支援、及び損失が見込まれる営業利益の補償	- 金銭的な損失の補償は取得の対象となった用地が商業用、もしくは住居兼商業用地であった場合に、事業の実施によって損失が見込まれる営業利益を対象とする
	賃貸契約者	- 損失が見込まれる営業利益の補償	

補償の種類	被影響者	補償の方針	補足事項
2) 一時的な営業利益の損失	土地所有者、慣習的占有者、公有地における非正規の住民	- 一時的な移転の経費支援、損失が見込まれる営業利益の補償	- 同上
	賃貸契約者	- 損失が見込まれる営業利益の補償、一時的な移転の支援	

注記 *) 出典には POSSEIRO と表記されており、植民地時代のポルトガル所有地が独立に伴いブラジル政府に返還された公用地を借地料等を支払わずに占有している者。SABESP の用地取得の方針上は私有地として整理されている。

**) 補償の対象者となるには一人当たりの月収が最低賃金の 2 分の 1 以下であり、良好な居住環境の確保が困難である等の一定の条件が当てはまる者(世帯)が対象となる。

***) 自治体が住居プログラムを通じて提供可能な住居数に上限があることから、公平性を考慮し他に居住が可能な不動産を所有しておらず、自治体による住居確保プログラムによる支援を受けたことが無い者(世帯)に限られる。

出典: SABESP 土地収用及び住民移転の方針(2018)に基づいて調査団作成

11.6 苦情処理メカニズム

11.6.1 SABESP における苦情処理の枠組み

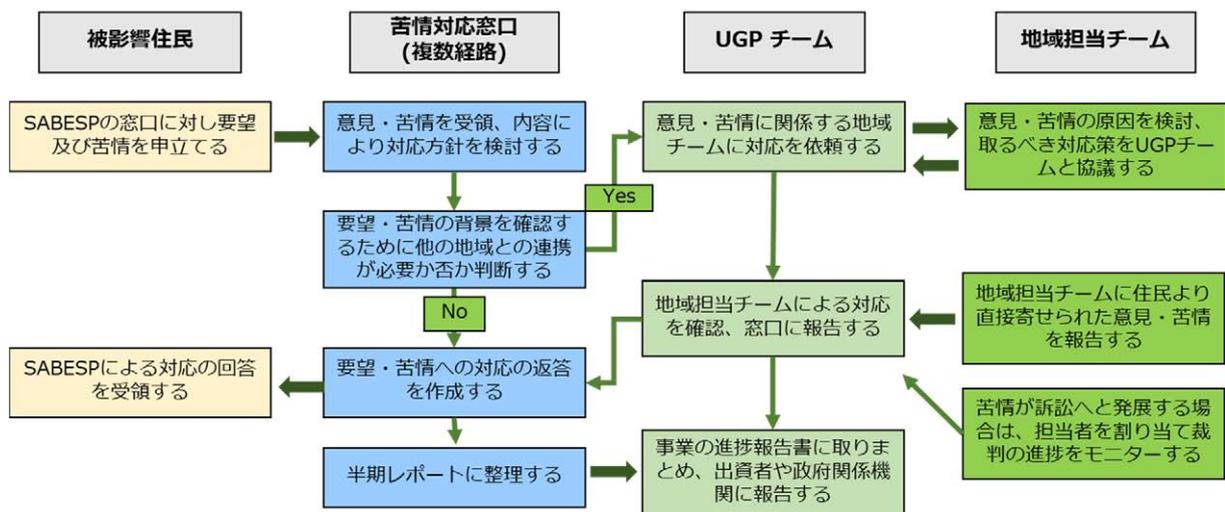
ブラジル国においては、表 11.4 に整理したとおり、連邦法 13,140 及び 9,307 において苦情処理の枠組みが規定されている。それらに加えて、SABESP は独自の環境社会配慮ガイドラインを有し、その一部である社会コミュニケーションマニュアル(Manual de Comunicação Social:MCS)等に基づいて、被影響住民に対する事前の情報公開と双方向のコミュニケーションを図ることとしている。事業実施に際して設立される事業実施ユニット(Unidade Gerenciamento do Projeto :UGP、通常の JICA 事業の PMU に相当)の環境社会配慮コミュニケーションチーム(Núcleo SocioAmbiental: NSA)が主担当となり、被影響住民への事業説明、情報公開、照会への返答、苦情が発生した際の現場確認等の住民対応を行う(本事業の実施体制は 14 章 14.2 節にて詳述する)。また、これとは別に事業専用の電話回線経由(必要性や地域性に依りて Whatsapp, Messenger, Telegram 等も活用)、SABESP の顧客苦情処理対応窓口⁵経由等の異なる苦情申し立ての経緯があり、これらに寄せられた苦情の内容を記録、UGP にて集約され、行動及び誠実性の規範(Código de Conduta e Integridade)に則って地域担当のチームが対応する。UGP は地域担当のチームの対応ぶりを確認し、プログレスレポートにて出資者等に報告する。

⁵ 出典には Ouvidoria と記載されている、SABESP 総裁直属の独立した内部組織である。

11.6.2 SABESP における苦情処理の手順

SABESP の苦情処理の手順は図 11.8 に示すとおりであり、以下のように要約される。

- 1) 苦情・要求の受領：地域担当チームが担当する窓口へ苦情が申立てられる。
- 2) 苦情内容の分析：苦情の内容によって、技術責任者若しくは工事業者の地域担当者等に詳細を確認する必要があるか判断する。現場担当者で解決が可能な場合は改善策を実施する。
- 3) UPG の NSA による対応：現場レベルでの解決が困難と判断される場合、NSA が用地取得のフレームワークに沿って客観的かつ迅速に解決策を提案する。なお、苦情を発信した被影響住民に対して苦情処理がなされている事を知らせる必要がある。
- 4) 苦情処理状況のモニター及び次善策の実施：UGP は 3)で提案された解決策の実施状況を確認する。状況が改善していない場合は異なる解決策を検討、実施する。
- 5) 苦情発信者への返答：苦情発信者へ解決策の実施状況を返答する。裁判所を通じて法的措置が取られている場合以外は、苦情を受領してから 15 日以内に返答を行う必要がある。
- 6) 解決：苦情の原因となっている事象が根本的に解決したことを確認し、苦情処理の終結とする。



出典：SABESP 提供情報に基づき調査団作成

図11.8 苦情処理の手順

11.6.3 苦情処理の枠組みへの提言

上述の苦情処理枠組みは、住民の声を拾い上げる仕組みとして複数の方法が確保されている点が評価できる一方で、苦情の申し立てを希望する住民に対する支援の手段が不明確である。SABESP が提供する仕組み、若しくは第 3 者機関が提供する住民支援サービス等により、住民による苦情の申し立ての支援、裁判となった場合の住民側の支援等が確保されているかを確認し、無ければ対応の方針を SABESP に提案する。また、9 章においても提言したとおり、女性や社会的弱者のニーズや要望に適切に対応するため、NSA にジェンダー、社会的弱者配慮の専門的知見を有する職員を配置することも合わせて提案する。

11.7 用地取得の実施体制及び実施責任機関

11.7.1 事業実施ユニット立ち上げ以前の実施体制

表 11.10 に SABESP の用地取得に係る実施体制を示す。UPG の立ち上げまでは、計画管理局 (Departamento de planejamento e controle : TBP) が中心となって用地取得の手続きを実施している。TBP は事業の担当者から提供される施設の設計データやその他の関連情報に基づき、不動産管理ユニット (CPI/CPJ) に用地取得の情報登録を依頼する。TBP からの依頼を受けて CPI/CPJ は提供された情報の内容を確認し、問題が無ければシステムに登録し、関連法や内規に基づいてどのような工程で用地取得が行われるべきかを TBP に提示する。

11.7.2 事業実施ユニット立ち上げ後の実施体制

UPG 立ち上げ後の実施体制としては、前述のとおり UPG の中に NSA を設置し、SABESP の方針に沿って用地取得の実施、苦情処理、及びモニタリングを行う。また、計画管理局は用地取得に関する予算措置を、不動産管理ユニットは主に法的な観点から UPG が中心となって進める用地取得の手順や土地の評価額に問題が無いことを確認する。

表11.10 SABESP の用地取得実施体制

機関・部署	業務内容
SABESP 内	
UPG (特に 社会環境班:NSA)	1) 用地取得に必要な技術データの取得、整理、補償額の算定 2) 用地取得の進捗管理、被影響住民の満足度の把握 3) 地域チームより寄せられた苦情処理の対処方針の検討 4) 社会環境班は中心となって UPG による内部モニタリングを実施する。また、住民協議が必要とされる場合は開催準備を行う。
計画管理局(TBP)	1) 用地取得にて発生する費用を概算し、予算措置を行う 2) UPG が設立されるまでは UPG の役割を担う
不動産管理ユニット CPI/CPJ	1) 用地取得に関するデータが事業目的に沿ったものか確認する 2) UPG に対しガイドラインに沿った用地取得の手順を指示する 3) 取得予定地の評価額に対して法的な観点から正当性を判断する
地域担当チーム	1) 被影響住民による意見、苦情を収集し、初期段階の現地調査を実施する
苦情対応窓口	1) 被影響住民からの苦情のコンタクト窓口となり、初期的な現場の確認等を実施し UGP を支援する
SABESP 外	
地方裁判所	1) 友好的な合意に至らなかった場合に SABESP が算定した土地取得価格を評価する 2) 類似地域等の代表的な土地価格等を参考に公正な補償額を算定する

出典: SABESP 土地収用及び住民移転の方針(2018)他、SABESP 提供情報に基づいて調査団作成

11.8 実施スケジュール

SABESP は用地取得に際して、11.3 にも示したとおり、カットオフ日を設定し、事前に広く住民に知らしめることは取得予定用地の価格が上昇するリスクがある為、回避したいとの意向である。これに対して、本事業の場合は取得対象用地の地権者は明確であるため、カットオフ日を設定せずに各地権者へ個別に事業を説明した上で、用地取得の交渉・手続きを進めることは可能と判断できる。また、他の大規模な用地取得が発生する事業で懸念されるような、カットオフ日を定めずにより早く補償の対象とはならない住民が大量に流入し、プロセスが遅延する等のリスクは小さいと判断される。また、10.11 に記載のとおり、JICA 審査部からの要請を受け、SABESP は環境ライセンスを取得する過程で社会影響についても被影響住民への情報発信を行う事を今後の活動として約束している。しかし、JICA の融資は審査ミッションまでに広く社会的な合意を取り付けていることが条件である。そのため SABESP は環境ライセンスの申請よりも早い段階で被影響住民への情報発信を行うことが求められる。

更に、事業の円滑な実施に向けては用地取得の進捗を適切に管理する必要があることから、事業の進捗に合わせて用地取得の工程を実施する期限を整理する。実施スケジュールの検討において、前述のとおり SABESP としては円借款の供与が公になるまでは、表立った手続きは行わずに内部手続きを進めたいとの意向である。また、予算の確保についても、交換公文の調印までは手続的に困難であるため、それまでは、内部での情報整理、予算の概算を進めることとしている。これらを考慮した用地取得のスケジュール概要を表 11.11 に整理した。なお、2022 年 2 月時点でポンプ場用地 29 箇所のうち、26 箇所が SABESP の不動産管理データベースに登録済みである。また、取得予定の用地に関するデータは本調査によっても整理、更新し SABESP に提供している。

表11.11 事業本体と用地取得手続きのスケジュール概要(案)

マイルストーン	2022		2023				2024				2025				2026				2027			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q		
1)UPGの設置	■																					
2)交換公文、L/A調印		▼																				
3)コンサルタント調達			■																			
4)詳細設計					■																	
5)P/Q、工事業者入札								■														
6)工事実施												■										
用地取得手続き																						
1)取得用地の調査、概算予算の算定	■																					
2)予算措置		■																				
3)土地所有者との交渉、補償支払い			■																			
4)詳細設計による変更の反映・取得								■														
5)用地の登録(変更分も含む)								■														
6)苦情対応、モニタリング								■														

出典：調査団作成

11.9 費用と財源

用地取得に関する補償は 11.5.2 にて整理した補償方針に沿って補償の対象を決定し、算出される。2021 年 11 月時点では配水池及びポンプ場用地の取得費用のみが SABESP によって算出、公表されている。また、表 11.12 に示したとおり用地取得対象となる私有地のうち、7 か所について補償価格の概算値が SABESP によって算出(非公表)されている。

表11.12 用地取得に要する予算の概算(案)

No.	補償対象	概算額 (BRL)	財源
配水池及びポンプ場用地			
	土地及び建物	6,144,000	SABESP
ポンプ場用地			
	用地及び家屋等建造物に対する補償	1,205,000*	SABESP
	合計	7,349,000	

* 2021 年 11 月時点で土地価格の概算が行われている 7 箇所の補償価格の合計

出典: SABESP 提供・発表の情報に基づいて調査団作成

11.10 モニタリング及び実施管理体制

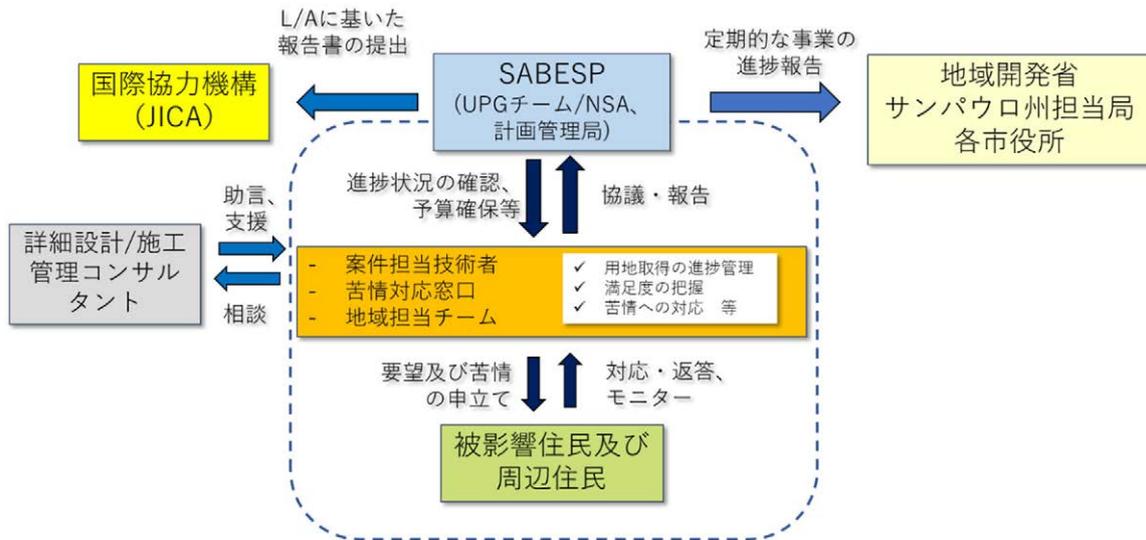
11.10.1 用地取得実施のモニタリング

本事業の用地取得規模や内容を考慮すると、用地取得のモニタリングは内部モニタリングのみが妥当と考えられる。モニタリング項目は、通常以下のような内容が想定される。

- 1) 全体の進捗：本報告書に示した実施スケジュールと実際の用地取得の進捗状況の比較に基づく、全体作業の進捗状況を整理する。
- 2) 被影響住民の満足度(支援プログラム)：被影響住民のうち、特に支援プログラムの対象となっている住民の満足度を整理する。
- 3) 被影響住民の満足度(支援プログラム以外)：被影響住民のうち、代替住居の提供、損失が見込まれる営業利益の補償、建物の損害に対する補償や修繕を受けた住民の満足度を整理する。
- 4) 補償方針との整合性：11.5.2 にて整理した補償の実施方針に基づき、用地の所有関係に基づいて適切に補償が行われているかを確認し整理する。
- 5) 苦情対応の適切性：対象となる期間中に申立てられた苦情の内容とどのような対応が取られたかを整理・確認する。また、苦情対応に要した時間や苦情を申立てた住民のフィードバックを検証し、苦情対応の体制に問題があれば改善点を検討する。

11.10.2 モニタリングの実施体制

モニタリングの実施体制は 11.6 及び 11.7 でも整理したとおり、NSA を中心とした UPG が実施し、定期報告書に整理して関係機関に報告する。またその際には必要に応じて詳細設計を実施するコンサルタントに相談、助言もしくは支援を得た上でモニタリングを行う。実施体制は図 11.9 に示すとおりである。



出典：調査団作成

図11.9 モニタリング体制(案)

第12章 概略事業費の積算

12.1 概略工事費の算出方法

本調査の概略設計の成果に基づいた概略工事費の算出根拠データと算出方法を表 12.1 に示す。概略事業費および概略工事費の詳細は次章以降に示す。

表12.1 概略工事費の算出根拠データと算出方法

項目	参照したデータ	算定方法
管路・ポンプ場 (上水道・下水道)	<ul style="list-style-type: none"> - SABESP 既往計画の概算工事数量と既往計画実施年度の SABESP 積算単価^{※1} - サンパウロ市の消費者物価指数 (FIPE-ICP) ^{※2} - 現地の管材製造業や卸業者等からの価格情報^{※3} - ポンプメーカーの処理機器類の価格情報^{※3} - SABESP が実施した既往類似事業の契約金額実績データ^{※4} 	<ul style="list-style-type: none"> - 概算工事・機器数量に各施工単価・機器単価等および消費者物価指数を掛けて算定^{※6} - 機械設備工事の付帯工事の数量および金額は、既往工事または既往計画における機器本体数量・単価に対する付帯工事の数量・単価の比率を参考に算定^{※7} - 新設・増設工事と修繕・更新工事に分類し既設撤去も含めて算定^{※8}
下水処理場・配水池	<ul style="list-style-type: none"> - SABESP 既往計画の概算工事数量と既往計画実施年度の SABESP 積算単価^{※1} - サンパウロ市の消費者物価指数 (FIPE-ICP) ^{※2} - プラントメーカーの処理機器類の価格情報^{※3} - 既往円借款工事での処理場工事の契約金額実績データ^{※5} - SABESP が実施した既往類似事業の契約金額実績データ^{※5} 	<ul style="list-style-type: none"> - 新設・増設工事と修繕・更新工事に分類し既設撤去も含めて算定^{※8}

※1: 各施設毎に SABESP 既往計画の実施年の SABESP 積算単価を採用した。「12.2 章(2)1)資機材・建設物価の上昇」に記載の通り、最新の SABESP 積算単価への更新はできない。

※2: 各基準年の SABESP 積算単価をベースとして、そこからの物価上昇を考慮した。詳細は「12.2 章(2)1)資機材・建設物価の上昇」に記載した。

※3: SABESP 既往計画にて見積を取得していた企業を中心にヒアリング調査を実施した。

※4: 資機材単価、施工単価等の妥当性を確認するために参照した。

※5: 資機材単価、施工単価等の妥当性を確認するために参照した。また、特に下水処理場に関しては、既往類似事業の契約金額実績データと本事業の総工事費を比較することで、本事業の総工事費の妥当性の検証に使用した。詳細は「12.2 章(4) ブラジル国内の類似事業との工事費の比較」に記載した。

※6: SABESP 既往計画の整理様式をベースに、本調査の概略設計の内容を反映させた。

※7: SABESP 既往計画における取得済みの見積、または本調査におけるメーカーヒアリングの結果を参照した。

※8: 下水処理場は既存設備等の修繕・更新工事を含むため、新設・拡張工事と分けて計上した。

出典: 調査団作成

12.2 概略工事費の算定と SABESP 既往計画および類似事業との比較

(1) 概略工事費の算定

契約パッケージ¹ごとの概略工事費を表 12.2 に示す。各工事対象施設の工事費内訳は添付資料 12.1 に示す。

表12.2 概略工事費

対象施設		新設・拡張工事費 (レアル)	修繕・更新工事費 (レアル)
CP1: 北部の下水道施設 (ベルチオガ市)			
ロット 1: Vista Linda 下水処理場の拡張	ベルチオガ市	13,700,150	12,193,668
ロット 2: Centro 下水処理場の拡張		18,863,369	4,271,115
ロット 3: Costa do Sol 処理区の下水収集施設の整備		100,686,654	-
小計		133,250,173	16,464,783
CP2: 中部の下水道施設 (グアルジャ市及びクバトン市)			
ロット 1: Vicente de Carvalho 下水処理場の拡張	グアルジャ市	70,456,185	6,804,164
ロット 2: Casqueiro 下水処理場の拡張	クバトン市	35,843,734	4,526,391
小計		106,299,919	11,330,555
CP3: 南部の下水道施設-1 (モンガグア市)			
ロット 1: Bichoro 下水処理場の拡張	モンガグア市	5,659,604	8,953,315
ロット 2: Barigui 下水処理場の拡張		50,677,362	4,443,957
小計		56,336,966	13,397,272
CP4: 南部の下水道施設-2 (イタニャエン市 Anchieta 処理区)			
ロット 1: Anchieta 下水処理場の拡張	イタニャエン市	32,916,885	4,818,349
ロット 2: Anchieta 処理区の下水収集施設の整備		147,369,751	-
小計		180,286,636	4,818,349
CP5: 南部の下水道施設-3 (イタニャエン市 Guapiranga 処理区)			
ロット 1: Guapiranga 下水処理場の拡張	イタニャエン市	29,655,271	7,772,856
ロット 2: Guapiranga 処理区の下水収集施設の整備		289,087,800	-
小計		318,743,071	7,772,856
CP6: 南部の下水道施設-4 (ペルイベ市 P2 処理区)			
ロット 1: P1 下水処理場の拡張	ペルイベ市	57,209,138	10,061,492
ロット 2: P2 下水処理場の拡張		41,456,324	3,448,264
ロット 3: P2 処理区の下水収集施設の整備		94,627,984	-
小計		193,293,446	13,509,756
CP7: 上水道施設 (プライア・グランデ市、ペルイベ市)			
ロット 1: Boqueirão 配水池・ポンプ場の整備	プライア・	50,059,696	-
ロット 2: プライア・グランデ送配水増強管の布設	グランデ市	16,056,530	-
ロット 3: ペルイベ配水拡張本管の布設	ペルイベ市	36,182,605	-
小計		102,298,831	-
合計		1,090,509,042	67,293,571
		1,157,802,613	

出典: 調査団作成

¹ 契約パッケージ分けについては 14 章 14.3.1 参照

(2) SABESP 既往計画との工事費の比較

SABESP 既往計画（コンセプト・スタディーおよび詳細設計）での工事費との比較を表 12.3 に示す。表中では、「本調査」の工事費は本調査において検討した仕様に合わせている。SABESP 既往計画の仕様の詳細は「第5章 きれいな波プログラムの全容及び事業実施の妥当性の確認」の各章に、本調査で見直した本事業の仕様は表 6.22 および表 6.23 に示す。全工事費を比較すると 1,014 百万リアルから 1,158 百万リアル（114.2%）の増加となった。

表12.3 SABESP 既往計画と本調査の工事費比較

施設	市	仕様（本調査）	SABESP 既往計画 （リアル）	本調査 （リアル）	
配水池・ポンプ場	配水池	鉄筋コンクリート造10,000m ² × 2池、 W20m×L50m×H10m	15,558,672	17,794,453	
	ポンプ場	3台（内1台予備）、Q=830 L/秒、 H30m、1,660 L/秒 3台（内1台予備）、Q=250 L/秒、 H65m、500 L/秒	8,175,594	9,350,427	
	土地取得費	8,448m ² （R.Paulo Sergio Garcia - sitio do compo）	6,144,000	6,997,402	
	小計（SABESP 既往計画からの増加率: 14.3%）		29,878,296	34,142,281	
水道管路	配水拡張本管	【Trecho10】 φ 250×1,594.05 m, φ 200×1,876.94 m, φ 150×3,709.01 m	11,319,939	12,946,615	
		【Trecho11】 φ 400×7,556.16 m, φ 350×2,424.16 m, φ 300×1,275.68 m	20,316,508	23,235,990	
	送配水増強管※1	【Trecho12】 φ 1000×1,220m	4,294,241	6,669,699	
		【Trecho13】 φ 1000×1,553m	5,466,358	7,502,249	
		【Trecho14】 φ 700×503m	975,903	1,884,582	
	給配水管※2	【Boqueirão】 φ 900×10m, φ 600×1,779m, φ 500×1,296m, φ 400×1,912m, φ 300×2,459m, φ 200×1,922m, φ 100×1,094m	12,744,741	15,917,415	
小計（SABESP 既往計画からの増加率: 23.7%）		55,117,690	68,156,550		
下水処理場※3	P1	ペルイバ	拡張: 143L/s→318L/s (27,475 m ³ /日)	55,879,952	67,270,630
	P2	ペルイバ	拡張: 91L/s→194L/s (16,762 m ³ /日)	40,729,044	44,904,588
	Guapiranga	イタニャエン	拡張: 223L/s→362L/s (31,277 m ³ /日)	31,531,804	37,428,127
	Anchieta	イタニャエン	拡張: 93L/s→329L/s (28,426 m ³ /日)	30,492,838	37,735,234
	Bichoro	モンガグア	設備改善: 90L/s→77L/s (6,850 m ³ /日)	13,049,583	14,612,918
	Barigui	モンガグア	拡張: 149L/s→279L/s (24,106 m ³ /日)	50,035,642	55,121,319
	Casquiero	クバトン	拡張: 78L/s→185L/s (15,984 m ³ /日)	35,198,085	40,370,125
	Carvalho	グアルジャ	拡張: 153L/s→307L/s (26,525 m ³ /日)	70,721,979	77,260,349
Centro		拡張: 127L/s→183L/s (15,822 m ³ /日)	16,812,405	23,134,484	

施設	市	仕様（本調査）	SABESP 既往計画 （リアル）	本調査 （リアル）
Vista Linda	ベルチオガ	拡張: 153L/s→177L/s (15,293 m ³ /日)	16,747,665	25,893,817
小計（SABESP 既往計画からの増加率: 17.3%）			361,198,997	423,731,591
下水 収集 施設	P2※4	幹線管渠 1.2km(φ 400/500)、収集管渠 39.7km(φ 150-400)、圧送管 4.3km(φ 100-300)、ポンプ場 5 基、新規戸別接続 976 戸	136,772,570	94,627,984
	Guapiranga ※4	幹線管渠 3.8km(φ 400-800)、収集管渠 126.3km(φ 150-400)、圧送管 10.7km(φ 100-450)、ポンプ場 13 基、新規戸別接 続 7,086 戸	223,015,044	289,087,800
	Anchieta※4	幹線管渠 2.8km(φ 600/700)、収集管渠 45.2km(φ 150-500)、圧送管 7.3km(φ 100-400)、ポンプ場 9 基、新規戸別接続 4,713 戸	140,285,777	147,369,751
	Costa do Sol	収集管渠 34.3km(φ 125-250)、圧送管 3.3km(φ 80/150)、ポンプ場 2 基、新規 戸別接続 1,890 戸	67,990,178	100,686,654
	小計（SABESP 既往計画からの増加率: 11.2%）			568,063,569
合計（SABESP 既往計画からの増加率: 14.2%）			1,014,258,552	1,157,802,611

※1: 本調査にて一部の管径を変更している。詳細は「6.1 水道コンポーネントの計画」及び「7.1 上水送配水管」に整理した。
 ※2: 本調査にて一部の推進工法の単価を変更している。詳細は「6.1 水道コンポーネントの計画」及び「7.1 上水送配水管」に整理した。
 ※3: 本調査にて各設備・機器の数量、新設・増設・更新の対象を変更している。詳細は「6.2.6 下水処理施設の更新、拡張計画」及び「7.4 下水処理場」に整理した。
 ※4: 本調査にて対象処理区を変更している。詳細は「6.2.4 下水収集施設の基本レイアウト検討」及び「7.3 下水収集施設」に整理した。
 出典: 本調査の概略設計及び SABESP 提供資料(RELATÓRIO DO ESTUDO DE CONCEPÇÃO FINAL(配水池・ポンプ場, 2018 年)、RELATÓRIO DO ESTUDO DE CONCEPÇÃO FINAL, PLANILHA DE ORÇAMENTO: SISTEMA DE ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA DE ITANHAÉM E PERUÍBE(水道管路, 2018 年)、RELATÓRIO DE PROJETO EXECUTIVO FINAL DO PACOTE TÉCNICO(下水処理場, 2020 年)、PACOTE TÉCNICO, ORÇAMENTO POR FRENTES(下水収集施設, 2014 年))などに基づいて調査団作成

SABESP 既往計画と比較し、工事費が変更となった要因として主に以下の二点が挙げられる。

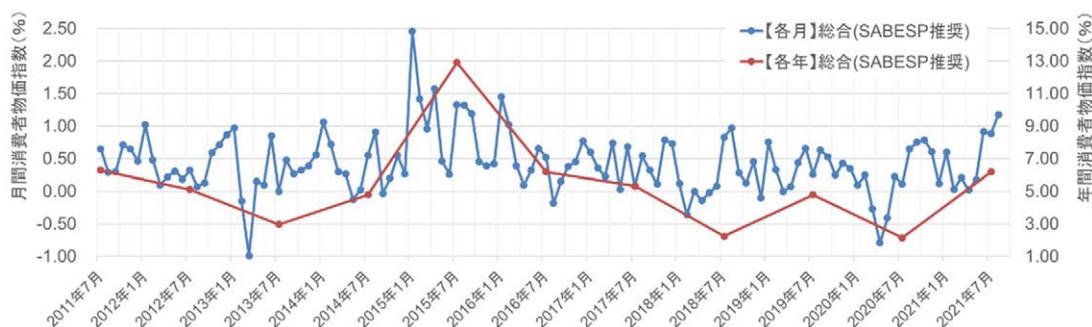
1) 資機材・建設物価の上昇

2021 年 9 月現在のブラジル国全体における建設関連物価の上昇率は、2014 年比で約 56.3%、2019 年比で約 22.0%となる²。また、図 12.1 に示すサンパウロ市の消費者物価指数（総合）は 2014 年比で約 48.1%、2019 年比で約 8.7%となる³。物価関連指標の詳細について、添付資料 12.2 に示す。

既往計画からの SABESP 積算単価（SPO）の更新を依頼したところ、SABESP 内部で SPO の計算方法が更新され、各サービスコードが変更されており、項目毎に個別の更新が必要となるため、本調査期間中の実施および提供は不可能であるとの回答であった。また、物価の上昇に関しては、上記の消費者物価指数（FIPE-ICP）に基づいて価格を更新することを SABESP より推奨された。従って、各積算単価の基準日からの物価上昇を考慮した工事費へ更新した。

² Cálculo Exato: Atualização de um valor por um índice financier (<https://calculoexato.com.br/menu.aspx>), 2021 年 9 月現在

³ FIPE: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (<https://www.fipe.org.br/pt-br/indices>), 2021 年 9 月現在



出典：FIPE: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (<https://www.fipec.org.br/pt-br/indices>), SABESP 推奨

図12.1 2011年以降のサンパウロ市内の消費者物価指数

2) 下水処理場の機器等の SABESP 詳細設計からの新設・拡張及び修繕・更新工事数量の変更

SABESP 詳細設計からの新設・拡張工事及び修繕・工事数量の変更について、添付資料 12.3 に示す。本調査においては、概略設計を通して、下記の項目に関して修正を行った。

- 概略設計において見直した機器リストに基づく各工事数量の修正
- SABESP 詳細設計の機器リストには計上されている機器数量のうち、誤って積算に反映されていない、または数量が誤っている項目の修正
- 新設・拡張工事数量のみが計上されている機器に対する修繕・更新工事数量の追加の計上

3) 下水管路の SABESP 詳細設計からの対象処理区の変更

下水管路工事は、表 12.4 に示す通り、一部対象処理区がきれいな波プログラム Stage2 による実施等により、本事業対象外となった。本事業対象処理区と詳細は添付資料 8.3 及び 12.1 に示す。

表12.4 SABESP 詳細設計からの下水管路工事の対象処理の変更

対象	対象外となった処理区	新たに対象となった処理区
P2 処理区	SI-25, SI-25A, SP-8A, SP-10, SP-11, SP-08	SP-8B
Anchieta 処理区	5-10, 5-11, 5-12	ME5-16 (ME5-9, Centro は本調査にて除外)
Guapiranga 処理区	2-5, 2-8, 2-9	2-3, 2-4, 3-5

出典：調査団作成

(3) 運営・維持管理費の算定

本調査における運営・維持管理費の算定方法を表12.5に示す。原則として、既存施設の運営・維持管理の実績に基づき、一部項目は現地業者等へのヒアリングに基づく標準値とした上で、本事業完了後の運営・維持管理費を推計した。既存施設本事業による拡張後の年間増加費用を表12.6に示す。

表12.5 運営・維持管理費の算定方法

項目	算定方法	
	処理場	配水池・管路
電力費	既存施設の電力費（基本料金）および従量料金単価から算定	
人件費	施設拡張後の電力費・運転管理修繕費・薬品費の20%として算定	<ul style="list-style-type: none"> 配水池: SABESP 推計値（20年間）を年間値に換算して算定 管路: 管路延長に維持管理単価（8リアル/m）を掛けて算定
運転管理・修繕費	総事業費の1.5%として算定（ブラジル国標準）	
薬品費	既存施設の薬品費から算定	
その他（汚泥処分費等）	本項目を除く施設拡張後の運転・維持管理費の10%として算定	

※各下水処理場の維持管理費の実績データを添付資料12.4に示す。

出典：SABESP 提供資料の既存施設の維持管理費、前段事業の外部事後評価報告書（2016年）等に基づいて調査団作成

表12.6 各スコープの運営・維持管理費（年間）

対象施設		2020年の実績※(リアル/年)	本事業による増加分(リアル/年)
CP1: 下水道 (北部地域)	Vista Linda 処理場	1,163,590	1,310,085
	Centro 処理場	833,024	1,626,748
	管路 (Costa do Sol 処理区)	-	478,097
CP2: 下水道 (中部地域)	Vicente de Carvalho 処理場	958,103	2,089,020
	Casqueiro 処理場	572,360	1,727,812
CP3: 下水道 (南部地域-1)	Bichoro 処理場	836,080	362,848
	Barigui 処理場	620,765	2,529,541
CP4: 下水道 (南部地域-2)	Anchieta 処理場	961,722	2,248,513
	管路 (Anchieta 処理区)	-	811,129
CP5: 下水道 (南部地域-3)	Guapiranga 処理場	1,464,529	2,421,184
	管路 (Guapiranga 処理区)	-	1,589,727
CP6: 下水道 (南部地域-4)	P1 処理場	741,045	1,406,162
	P2 処理場	775,978	1,155,268
	管路 (P2 処理区)	-	770,819
CP7: 上水道	Boqueirão 配水池・ポンプ場	-	784,466
	送配水増強管 (プライア・グランデ)	-	109,984
	配水拡張本管 (ペルイベ)	-	147,488
小計		8,927,192	21,534,280

※SABESP より提供された電力費および薬品費のみの合計値で、年間の運転・維持管理費とは異なる。

出典：調査団作成

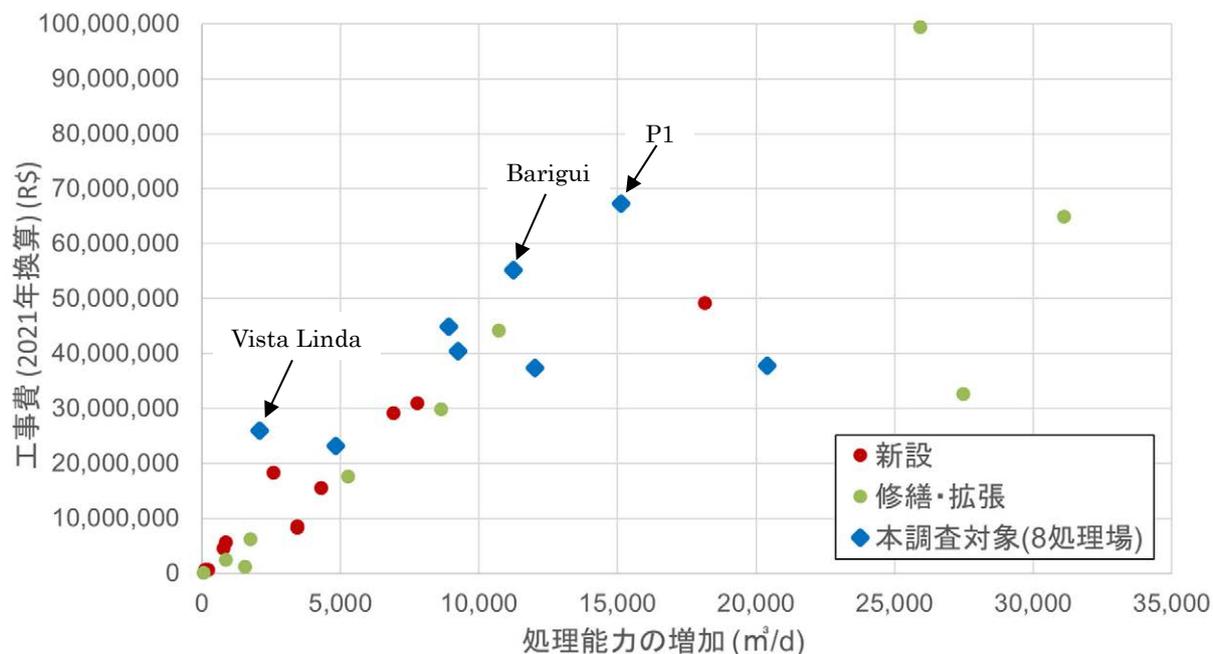
(4) ブラジル国内の類似事業との工事費の比較

本調査の概略工事費と、ブラジル国内の類似事業（新設工事及び修繕・拡張工事）における工事契約額の比較を図12.2に示す。本調査の対象は、全10処理場のうち、生物反応槽の増設がないBichoro処理場と、SABESP既往計画の時点で既存施設に対する機器・設備の増設や既存施設と新設施設の配管接続工事が事業費の50%を占めるCarvalho処理場を除く8処理場とした。また、類似事業の全31サンプルの一覧と関連資料は添付資料12.5に示す。本調査の概略工事費と比較する類似事業のサンプルは、以下の3点に基づいて選定した。

- 2005年以降に契約され、現在建設中もしくは既に運転開始されている下水処理場
- 拡張後の処理能力が50,000 m³/日以下の下水処理場
- 全31サンプルのうち、新設事業の単位処理能力あたりの工事費の上位3件と下位3件、修繕・拡張事業の単位拡張能力あたりの事業費の上位2件と下位2件は特異な値として除外

全体の傾向として、類似事業の新設工事と修繕工事では有意な差はなく、本調査で算出した概略工事費は、ブラジル国内の類似事業と同程度から比較的高額であることが確認できた。しかし、調査団は今回算定した概略工事費は下記の理由により妥当な範囲内にあると考える。

- 類似事業のサンプルの金額は入札での価格競争を経て決定された契約実績額である一方、本調査の概略工事費は予算確保の目的をもったフィージビリティ調査段階の額である。
- 比較的高額となった下水処理場（P1・Barigui・Vista Linda）は、既存の施設・設備の更新工事、拡張用地の造成、既存施設の移設等が他の処理場と比較して高い割合で含まれる。拡張工事以外の費用が大きく、類似事業に比べて比較的高額になるのは自然である。



出典：調査団作成

図12.2 本調査で算定した下水処理場の工事費と、ブラジル国内類似事業（新設及び修繕・拡張工事）の工事費の比較

12.3 価格高騰可能性の検討及び感度分析

SABESP は COVID-19 が表 12.7 に示すような工事費高騰を引き起こすことを懸念している。COVID-19 による工事費高騰には、直接的影響^{4,5}と間接的影響の可能性⁶がある。このうち資機材不足に伴う価格高騰は SABESP の実施中事業でも顕在化しておらず⁷、感染状況が既に改善傾向にあることを踏まえると⁸、今後に影響が生じることは想定し難い。また、ブラジル中央銀行は慢性的な物価上昇の対策として金融政策が必要としている^{9,10}。従って、COVID-19 が資機材価格に与える影響は小さく、遅延に伴う工事費の増大が本事業の価格高騰の主要因となり得る。

遅延に伴う工事費の増大の原因には、①JICA の円借款手続き及び設計・入札段階等での遅延、②事業実施期間の不慮の事態（市政交代による中断、事業予算の不足、コントラクターの不祥事等）の発生による遅延がある。現在実施中の事業ではこれらによる遅延は生じてはいないものの¹¹、COVID-19 に起因する不測の事態の発生等も含めて、警戒は必要な状況である。以上より、本事業において想定される価格高騰とそれに関する感度分析として、工事完成年が遅延した場合の工事費の増額を算定し評価する。前述のインフレの考察も踏まえ、年間の消費者物価指数（図 12.1 が直近 5 年間の平均値 4.2%であると仮定した場合の工事費と差額を表 12.8 に示す。

表 12.7 SABESP が懸念する COVID-19 に関連する事業実施期間中に発生し得る主な価格高騰の可能性と影響

事象	直接的影響	間接的影響
慢性的な資機材価格の高騰と市場供給量の減少に伴う関連経費の増加	物価上昇率以上の資機材単価の上昇	資機材調達期間の長期化による工事遅延に伴う物価上昇
SABESP 職員やコントラクターの感染対策のための外出制限やテレワークの増加等による労働力の減少	人件費および感染対策費用の増加	不慮の事態の発生リスクの増加と工事遅延に伴う物価上昇
ロックダウンや外部機関の対応職員数の減少に起因する許認可取得の遅延	人件費の増加と他事業等との調整に伴う計画変更の必要性	手続きの早期着手の必要性と工事遅延に伴う物価上昇

出典：SABESP ヒアリング調査に基づいて調査団作成

表 12.8 工事完成年が遅延した場合の工事費の増額の見込み

工事の遅延	物価上昇率(%)	当初工事費(リアル)	遅延した場合の工事費(リアル)	当初工事費との差額(リアル)
1 年間	4.2	1,157,802,613	1,206,430,323	48,627,710
2 年間	8.6		1,257,373,638	99,571,025
3 年間	13.2		1,310,632,558	152,829,945
5 年間	22.9		1,422,939,411	265,136,798
10 年間	51.0		1,748,281,946	590,479,333

※サンパウロ市の消費者物価指数(総合)を参照した。この数値の変動からは、COVID-19 による影響は確認できない。

出典：調査団作成

4 ブラジル中央銀行によると、「COVID-19 流行下でインフレ圧力強まる傾向にあり、沈静化に時間を要しているブラジル国では経済運営への影響が出始めている」とされている。(https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/03/38176b882ed08ece.html), 2021 年 3 月

5 第一生命経済研究所によると、ブラジル国の景気は予想外の堅調で、COVID-19 の経済影響は最悪期を過ぎて改善に向かっていると見えるが、克服したとの判断は早計であるとされている。(https://www.dlri.co.jp/report/macro/155313.html), 2021 年 6 月

6 「5.2 きれいな波プログラムの Stage1 及び Stage2 の実績・成果」でも記載した工事延期によるインフレ起因の工事費増

7 前段事業および実施中の事業に関する SABESP へのヒアリング調査

8 「2.1.4 公衆衛生及び COVID-19 の感染状況とその社会影響」に記載した

9 ブラジル中央銀行は、「物価上昇率は好ましくない状況が示されている」と指摘し、インフレを収束させるためには金融政策による働きかけが必要だと強調している。(https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN0506P0V00C21A8000000/), 2021 年 8 月

10 ブラジル中央銀行は、物価上昇が加速しており金融引き締めで対応するとしている。慢性的に財政赤字を抱えるブラジル国では通貨安からの輸入インフレが生じやすい。(https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN22F0P0S1A920C2000000/), 2021 年 9 月

11 前段事業および実施中の事業に関する SABESP へのヒアリング調査

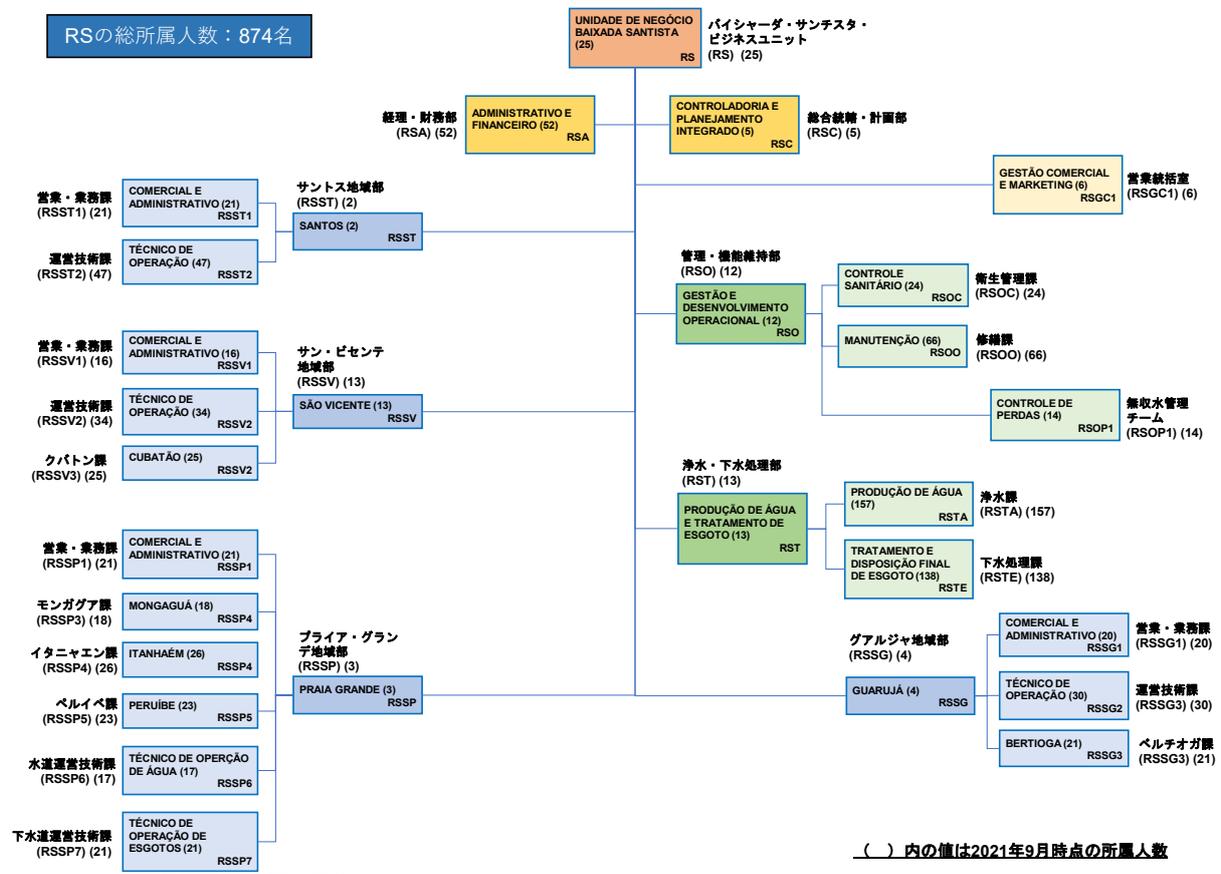
第13章 運営・維持管理

13.1 本事業で建設する施設の運営・維持管理を行う組織

バイシャーダ・サンチスタ地域の水道施設及び下水道施設の運営・維持管理は地域局（R 総局）のバイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニット（RS）が担っている。これら既存施設と同様に、本事業で整備される施設もRSが運営・維持管理を行う。

図13.1にRSの組織図を示す。RSは2020年9月時点で874名の所属職員を擁し、管理部門と技術部門を含んだ独立性の高い組織である。RS内で施設の運営・維持管理を実施する部門は施設の種別により以下のように分けられている。

- 下水処理場、浄水場、上下水道のポンプ場の運営：浄水・下水処理部（Divisão de Produção de Água e Tratamento de Esgoto：RST）
- 浄水場、下水処理場、上下水道のポンプ場の維持管理：管理・機能維持部（Divisão de Gestão e Desenvolvimento Operacional：RSO）
- 上下水道管路の運営・維持管理：サントス、サン・ビセンテ、プライア・グランデ、グアルジャの各地域部（それぞれRSST、RSSV、RSSP、RSSG）



出典：SABESP 資料をもとに調査団作成

図13.1 RS ビジネスユニットの組織体制

上下水道施設の運営・維持管理を担う RS 各部門の主な役割は表 13.1 に示すとおりである。また、本事業で建設する施設の運営・維持管理を担う部門も同表中に示すとおりである。各部門は直営業務と民間への委託業務により運営・維持管理を行っており、その実施体制と活動内容は本章 13.4 節で述べる。

表13.1 RS ビジネスユニットにおける運営・維持管理部門の主な役割と
本事業で建設する施設の担当部門

部	チーム	主な役割	本事業で建設する施設での担当業務
浄水・下水処理部 (RST)	浄水課 (RSTA)	原水導水施設及び浄水場の運営	
	下水処理課 (RSTE)	下水処理場および上下水道のポンプ場の運営	上下水道の全てのポンプ場の運営
管理・機能部 (RSO)	衛生管理課 (RSOC)	供給する浄水および下水処理水の品質管理	全ての下水処理場および Boqueirão 配水池での水質管理
	修繕課 (RSOO)	浄水場、下水処理場、ポンプ場の維持管理	全ての下水処理場及び上下水道のポンプ場の維持管理
	無収水管理チーム (RSOP1)	損失水の管理	
サントス地域部 (RSST)	営業・業務課 (RSST1)	サントス市内のアDMI業務	
	運営技術課 (RSST2)	サントス市内の上下水道管路の運営・維持管理	
サン・ピセンテ地域部 (RSSV)	営業・業務課 (RSSV1)	サン・ピセンテ市内のアDMI業務	
	運営技術課 (RSSV2)	サン・ピセンテ市内の上下水道管路の運営・維持管理	
	クバトン課 (RSSV3)	クバトン市内の上下水道管路のアDMI業務、運営・維持管理	
プライア・グランデ地域部 (RSSP)	営業・業務課 (RSSP1)	プライア・グランデ市内のアDMI業務	
	モンガグア課 (RSSP3)	モンガグア市内のアDMI業務、上下水道管路の運営・維持管理	
	イタニャエン課 (RSSP4)	イタニャエン市内のアDMI業務、上下水道管路の運営・維持管理	Anchieta 処理区の下水道管路の運営・維持管理
	ペルイベ課 (RSSP5)	ペルイベ市内のアDMI業務、上下水道管路の運営・維持管理	P1 処理区、P2 処理区、Guarau 地区の下水道管理、送水管 Trecho 10、11 の運営・維持管理
	水道運営技術課 (RSSP6)	プライア・グランデ市内の上水道管路の運営・維持管理	送水管 Trecho 12、13、14 および Boqueirao 地区の配水管の運営・維持管理
	下水道運営技術課 (RSSP7)	プライア・グランデ市内の下水道管路の運営・維持管理	
グアルジャ地域部 (RSSG)	営業・業務課 (RSSG1)	グアルジャ市内のアDMI業務	
	運営技術課 (RSSG2)	グアルジャ市内の上下水道管路の運営・維持管理	
	ベルチオガ課 (RSSG3)	ベルチオガ市内のアDMI業務、上下水道管路の運営・維持管理	Costa do Sol 地区の下水道管路の運営・維持管理

出典：SABESP へのヒアリングをもとに調査団作成

13.2 運営・維持管理に係る予算措置

運営・維持管理に係る費用には人件費、退職金積み立て、一般品費、水処理用品、外部委託費、電気代、一般費用が含まれる。SABESP の支出実績から運営・維持管理に係る費用を抽出すると表 13.2 のようになる。上下水道施設の普及拡大、サービス改善の試みの中、インフレ傾向が重なって SABESP の運営・維持管理費は増加傾向にあり、2020 年の減少はコロナ禍による一過性のものと考えられる。

2020 年の SABESP の支出全体は 13,427 百万リアル、運営・維持管理費に係る支出は 7,237 百万リアルであった。一方、12 章の表 12.6 で示したように、本事業の実施による運営維持管理費の増加分は 23 百万リアルであり、SABESP の支出全体の 0.17%、運営・維持管理費の 0.31%に過ぎない。すなわち、本事業の実施による運営維持管理費の増加が SABESP の予算を圧迫することはないと考えられる。

ただし、全支出に占める比率が小さいとは言え、SABESP が本事業で建設される施設の運営・維持管理に適切な予算を振り分けるかは確実ではない。事実、バイシャーダ・サンチスタ地域の下水処理場やポンプ場では、前段円借款事業で建設されたものも含め、設備の不具合が修繕されていない状況、オペレーター不足で日常の運営が十分でない状況が散見される。SAEBSP の職員数は 4 章の表 4.1 で示したように減少傾向にあり、外部委託費の増加とあわせて業務の効率化が図られていることは明確である。しかし、下水道施設の運営・維持管理費への予算措置は施設の現状から評価すると十分とは言えず、本事業に係る運営・維持管理への SABESP の予算割り当て方針には注意が必要である。

表13.2 SABESP の全体運営費用と施設の運営・維持管理費の過去推移(単位:百万リアル)

年	2016	2017	2018	2019	2020
人件費*1	2,184	2,377	2,503	2,488	2,488
退職金積み立て*1	-13	228	170	195	159
建設費	3,651	3,081	2,740	2,881	3,630
一般品費*1	179	174	249	273	264
水処理用品	279	288	265	310	339
外部委託費*1	1,279	1,299	1,475	1,808	1,772
電気代*1	935	796	959	1,143	1,217
一般費用*1	855	928	964	1,178	998
減価償却費	1,147	1,302	1,393	1,780	2,037
税金	91	92	59	73	78
貸倒引当金	91	82	167	128	445
支出合計	10,678	10,647	10,944	12,257	13,427
支出合計の増加率	-	-0.30%	2.80%	12.00%	9.50%
運営・維持管理費*2	5,698	6,090	6,585	7,395	7,237
運営・維持管理費の増加率	-	6.9%	8.1%	12.3%	-2.1%
支出全体に占める 運営・維持管理費の比率	53.4%	57.2%	60.2%	60.3%	53.9%

*1: 人件費、退職金積み立て、一般品費、外部委託費、電気代、一般費は会社の管理部門や計画・設計部門で生じた経費も含まれる。ただし、施設の運営・維持管理に係る費用の占める割合が非常に大きいと考えられることから、ここでは全額を施設の運営・維持管理費として試算する

*2: 着色されている行の数値の合計

出典: SABESP 財務報告書 2020

13.3 類似施設の運営・維持管理に係る SABESP の実績

SABESP はそのサービスエリアにおいて多数の上下水道施設を保有している。本事業で建設する施設と類似する施設も多数あり、表 13.3 に示すように、バイシャーダ・サンチスタ地域のみでも数多い。すなわち、本事業で建設する施設の運営・維持管理を担う RS ビジネスユニットは類似施設の運営・維持管理の実績を十分に有すると言える。

表 13.3 SABESP が運営・維持管理を行っている本事業との類似施設の数量

上水道/ 下水道	本事業で建設する施設と数量		SABESP が有する類似施設	
	施設	数量	全域	バイシャーダ・ サンチスタ地域
上水道	送水管・配水管	32 km	87,568 km	6,239 km
	配水池	1 か所 (2 池)	多数*2	83 か所
下水道	下水処理場*1	9 か所	572 か所	18 か所*
	(うち回分式)	9 か所	多数*2	10 か所
	(うち Unitank)	1 か所	3 か所	1 か所
	下水道管路	330,073 km	59,660 km	3,252.485 km

*1:5 カ所の海中放流施設を含む。*2:SABESP より定量的なデータは得られなかった。

出典: SABESP Sustainability Report 2020 および SABESP へのヒアリングをもとに調査団作成

13.4 バイシャーダ・サンチスタ地域における既存施設の運営・維持管理に係る SABESP の体制および活動状況

13.4.1 運営・維持管理の実施体制

上下水道施設の運営・維持管理は、表 13.4 に示す部門が直営業務と民間委託業務により行っている。運営・維持管理業務のうち、施設の修繕業務には下のように大きく分けて二種類の民間委託が行われている。

- 浄水場、下水処理場、ポンプ場の点検、修繕等を行う民間委託：定期的な点検とメンテナンスのほか、修繕課 (RSOO) の要請を受けて取水施設、導水施設、浄水場、下水処理場、上下水道用のポンプ場の不具合を修繕する。全ての対象施設が一つの契約に含まれており、契約期間は 30 ヶ月である。
- 管路の修繕や新規接続等を行う民間委託：新規接続の工事、漏水部の補修、水道メーターの補修、小規模な水道管路の延伸、つまりの除去などを行う。4 つの地域部がそれぞれの担当エリアで民間業者と契約しており、契約期間は 30 ヶ月である。

表13.4 上下水道施設の運営・維持管理業務の体制

対象施設	業務	SABESP 内の担当部署		民間委託
		部	課	
浄水場*1	運転、日常の監視	浄水・下水処理部 (RST)	浄水課 (RSTA)	なし
下水処理場*2、ポンプ場*3	運転、日常の監視・巡視		下水処理課 (RSTE)	
浄水場*1、下水処理場*2、ポンプ場*3	点検、クリーニング、修繕	管理・機能維持部 (RSO)	修繕課 (RSOO)	30 カ月ごとの民間委託あり
管路*3	運転、日常の巡視	地域部 (RSST, RSSV, RSSP, RSSG)	各地域部にある市毎の担当課	なし
	修繕、小規模な延伸、各戸接続			30 カ月ごとの民間委託あり

*1: 取水、導水施設を含む *2: 海中放流を行っている簡易処理施設を含む *3: 上下水道を含む

出典: SAEBSB Sustainability Report 2020 および SABESP へのヒアリングをもとに調査団作成

13.4.2 下水収集施設の運営・維持管理に係る体制と活動状況

(1) 下水道ポンプ場の運営・維持管理の活動状況

下水道ポンプ場の運営には下水処理課 (RSTE) が市ごとに組織するポンプ場運営チームが当たっている。各運営チームは2名から5名で構成され、活動時間は朝7時から夜10時のあいだの2シフトである。ただし、施設が古くトラブルが比較的多く発生しているサントス市については例外的に3シフトによる24時間体制が敷かれている。

各運営チームはトラブルを即時に発見するために全てのポンプ場を一日一度は目視確認することになっている。そのため、各市内のチームは担当エリア内の下水処理場を拠点としているが殆どの時間を施設の巡回に費やしている。巡回先では主要設備の概観とポンプ井の水位を目視で確認し、計器類や通信設備の指示内容、アラートを確認する。トラブルが頻発しているポンプ場については一日に二度の見回りを行うこともある。機械設備、電気設備のトラブルはポンプ本体や付帯設備の様々な個所で発生しており、その原因は、ごみ、毛髪、油分などの下水への混入、雨水の浸透に伴う大量の砂の流入である¹。

ポンプ場には原則として運転データを転送するシステムがあり、運転データはポンプ場が位置する流域の下水処理場でオペレーターが監視している。運転データはサントスに置かれているRS本部の運転管理センター (Operational Control Centre : CCO) にも同時に送られている。

ポンプ場を巡回している運営チームを始め、RSTEが発見した問題は管理・機能維持部 (RSO) の修繕課 (RSOO) に報告され、RSOOが必要な対応を取る。多くの場合、修繕作業はRSOOの指示・監督のもと受託業者により行われる。受託業者が通常の業務では対処できない問題を発見した場合、そのレポートはSAP (System Applications and Products) と呼ばれるSABESP内の情報管理システムに登録され、SABESPの職員が対処する。受託業者は、RSTEが発見したトラブルへの対応のほか、ごみや砂の除去を含めた毎月のクリーニング作業とポンプや配管のメンテナンス業務を行っている。

¹ なお日本では、無人の下水ポンプ場の日常的な運用は遠隔監視のみで行われている。現場での目視と動作確認は月に1度や3か月に1度の頻度であることが多い

(2) 下水道管路の運営・維持管理の活動状況

下水道管路の運営・維持管理は4つの地域部（RSST、RSSV、RSSP、RSSG）が担当している。各部には部が管轄する市のそれぞれを担当する課があり、各課にマネージャーがいる。規模の小さい市では料金徴収などのアドミ業務、水道管路と下水道管路の全てを一つの課が担っている。一方で、大都市では業務量に応じて業種ごとに課が分かれており、上下水道管路を担当する課と別にアドミ業務を行う課があるサントス地域部（RSST）、プライア・グランデ市を担当する課が上下水道それぞれに独立しているプライア・グランデ地域部（RSSG）がある。各地域部で下水道管路の運営・維持管理を担当している SABESP 職員の主な業務は日常的な問題への対処、受託業者の管理である。

民間に委託している業務は下水道管路と各戸への取付管も対象となっている。この契約には新しい各戸接続、小規模な下水道管路の延伸、漏水補修、つまりの対応など管路の主な日常的の運営業務が全て含まれている。契約満了時は契約延長となるケースと入札で新たな業者が選ばれるケースがある。管路内の点検は、管路内でつまりが生じていることが疑われた場合の対応として目視で行われている。

予防保全的な業務は殆ど行われておらず、2019年1月から9月の記録によると、表13.5に示すようにペルイベ市での清掃業務を除けば

表13.5 SABESP が行った管路の予防的維持管理業務の件数(2019年1月から9月)

市	下水道管路の予防的な清掃	下水道管路の予防的な修繕
サントス	1	0
ベルチオガ	4	0
クバトン	5	5
グアルジャ	12	0
ピセンテ・デ・カルカルバーリョ	0	0
プライア・グランデ	9	0
モンガグア	0	23
サン・ピセンテ	1	3
イタニャエン	0	1
ペルイベ	73	1
計	105	33

出典: SABESP

ば予防的な清掃や修繕の件数が非常に少ない。特に、布設から40年以上を経過した古い管路が多く存在し、修繕やつまり除去の作業が多く発生しているサントス市、プライア・グランデ市、グアルジャ市²では予防保全的な維持管理業務が必要な時期にあると考えられる。

(3) 下水収集施設の運営・維持管理に係る課題

本調査の時点で、RS ビジネスユニットの管轄エリアでは683か所の汚水ポンプ場で254台ものポンプが正常に作動しない状況にある。ポンプ場には遠方監視システムがあるものの、施設の状況を遠隔で十分把握するには機能と安定性が不足している。

バイシャーダ・サンチスタ地域では大量な地下水や雨水の浸透、砂やごみの混入、海水由来の塩分を含んだ下水など、下水道は厳しい使用環境に置かれている。そのため SABESP は水位計などを徐々に現場に設置して現場巡回の負担を軽減しながら下水道機能を維持する努力を行っている。しかし数多くのポンプ場が正常に作動していないのが実状であり、以下のような課題がある。

- 各市のポンプ場運営チームは毎日長距離を移動して巡回しており、トラブルの発生をタイムリーに把握できていない。また、修繕作業は受託業者がオンデマンドで対応することから、

² 各市で行われている（対症療法的な）清掃業務や修繕業務の件数は4.3.3参照

発見されたトラブルが必ずしも即座に対処されていない。

- トラブルが頻発しているポンプ設備やモニタリングを効率的に行うための遠隔監視システムの改善に対して、プログラム実施のための予算と要員が不足している。

13.4.3 下水処理場の運営・維持管理に係る体制と活動状況

(1) 下水処理場の運営・運営維持管理に係る活動

バイシャーダ・サンチスタ地域における下水処理場の運営は、浄水場やポンプ場とあわせて浄水・下水処理部（RST）の下水処理課（RSTE）が行っている。RSTEには南部、中部、北部の処理場運営を担うチームに分かれており、それぞれにチーム長が任命されている。各チームが担当している下水処理場は以下のとおりである。

- 南部チームの担当処理場：P1 下水処理場、P2 下水処理場、Guapiranga 下水処理場、Anchieta 下水処理場、Bichoró 下水処理場、Barigui 下水処理場
- 中部チームの担当処理場：Casqueiro 下水処理場
- 北部チームの担当処理場：Carvalho 下水処理場、Centro 下水処理場、Vista Linda 下水処理場

各処理場の運転は8時間3シフトの24時間体制で行われているが、各シフトに配置されているのは僅かに一人のオペレーターである。

処理場に配置されているオペレーターは処理場運転の業務を全て一人で担い、ゲートなど手動機器の操作、スクリーンで捕捉された狭窄物のかき揚げ、現場の水質試験、堆砂や脱水汚泥搬出のための車両の誘導、腐敗槽からの引き抜き汚泥や埋め立て処分場からの浸出水を処理場に運搬して来る車両の誘導を行っている。加えて、各ポンプ場から処理場に送られてくる運転データの監視も処理場のオペレーターが担当している。

オペレーターはトラブルを発見した場合は地域のチーム長に報告し、チーム長はRSOOに対応を要請する。RSOOはその要請書を確認し、必要な対応策の実施に移る。施設の修繕に係る一連の手続きは全てSAPに登録される。

(2) 下水処理場の運営・維持管理に係る課題

調査団が2021年7月に行った下水処理場への現地踏査では、僅か一人の要員が場内の全活動を担うことが非常に困難であることが確認された。オペレーター一人の体制³ではトラブルに対して十分な対処を行うことができず、砂の過剰な堆積による沈砂池の機能不全、設備の破損、稼働していない反応槽などが確認された。破損した設備が長期間そのままに放置されているケースもあり、中には、既に到着している交換用の設備が倉庫に置かれたままのケースもあった。

バイシャーダ・サンチスタ地域では、短期滞在者の人口が増え処理場での受け入れ水量が著しく増加する夏場が雨季に当たる。したがって、下水量の増加と雨水・砂の大量流入に対処するた

³ アシスタントを有するオペレーターもいるとの情報もあるが、その場合でもオペレーターの役割を担うのは一人である

め、夏場の処理場運転にはルーチン外の作業が必要となるはずである。一人のオペレーターが全てを担うことは、特に夏場において非常な困難となっていることが推測される。

調査団は既存沈砂池の構造が砂の流入に対して脆弱であることを指摘しているが、SABESP は砂除去に対する複数の代替案について実験を含めた詳細な調査を行った結果として現在の構造が最適であると結論づけている⁴。SABESP の検討結果に則り本事業は既存の構造を踏襲した沈砂池とするが、この構造は堆砂のこまめな排出が不可決である。また、排砂が不十分だった場合に後続施設に不具合が生じるリスクがあることから、そのような不具合に対しても迅速に対処することが必要である。しかし、現在の下水処理場の運営体制はこまめな排砂と迅速な不具合対応を行うには不十分である。また、機械式汚泥濃縮機と脱水機についても稼働していない状況が散見され、この点からも下水処理場の運営体制の脆弱さが指摘される。

このように、下水処理場では本来の機能が十分に発揮されていない状況であるが、その運営・維持管理の課題として以下が挙げられる。

- 一人のオペレーターのみで運営を行っており、常に人手不足の状況である。複数の要員を配置するだけの予算が RSTE に割り振られていない。
- 破損している設備の修繕や更新を行うだけの予算が RSOO に与えられていない。
- 4.4.1 節(2)で述べたように、下水処理場の放流水および放流先水域の水質分析の頻度が不十分で、分析結果にも不合理な点がある。サンプリングの頻度、サンプリング方法、および分析結果の検証体制を改善する必要がある。
- 現場の不具合を発見する RSOO と修繕業務を行う受託業者のあいだの連携が十分でない。

13.4.4 上水道施設の運営・維持管理に係る体制と活動状況

(1) 浄水場の運営・維持管理に係る活動

1) 管理体制全般

本事業で建設される水道施設は全てバイシャーダ・サンチスタ地域の南部に位置する。南部では、全ての水道施設を監督する地域責任者 (Division Manager)、取水施設、導水施設、浄水場の運営・維持管理の責任者 (Water Production Foreman)、および技術補佐 (Support Engineer) が任命されており、各施設の担当者との日々調整を行っている。

2) 浄水場

浄水場は1日3シフトの24時間体制で、オペレーターの人数は浄水場の規模によって異なる。取水施設、原水導水ポンプ、原水送水ポンプは通常無人で遠隔での監視制御が行われているが、浄水・下水処理部 (RST) の浄水課 (RSTA) に所属する各市の担当者一名が定期的に現地点検を行っている。浄水場のオペレーターは、浄水プロセスのモニタリング、原水と処理水の水量・水質の管理、施設の点検、水質分析、乾燥汚泥を搬出する車両の誘導、調達した薬品の受け入れ、

⁴ 7章7.4.2節(4)参照

前処理施設で捕捉された固形物の除去、手動のケートやバルブの操を日常的に行っている。また、水質試験室では水質は浄水場に常駐する専水質測定を行っている。

浄水場の水源は多くが Serra do Mar 丘陵の表流水であることから、降雨の多い夏場は取水部での固形物の除去やスクリーンの清掃などで多くの作業が発生している。特に年初のような大型休暇の時期は大きく増加する水需要に対処する必要がある。そのため浄水場から送配水に至るまで上水道の運営・維持管理に関わる部門は多忙となり、勤務時間を延長することで追加的な要員を確保して運営・維持管理にあたっている。

南部地域の主要水源である Mambu Branco 浄水場では、水処理プロセスは監視制御システム (SCADA) を通じてセミオートメーション化され⁵、運転データは RS 本部の運転管理センター (SSC) にも転送されている。

浄水場内の機械電気設備の定期点検、メンテナンス、不具合への対応は浄水・下水処理部 (RST) の修繕課 (RSOO) の所掌であるが、業務の多くは RSOO の指示・監督のもと民間業者が行っている。ポンプ設備など主要な設備については一部で予防的なメンテナンスが行われている。浄水場のオペレーター等が発見したトラブルは浄水場の運営・維持管理責任者からの報告と要請により維持管理課 (RSOO) が対処する。この手続きは SABESP 内の情報管理システム上である SAP に登録される浄水場は全て正常に稼働しており、健全な状態にある。本調査で行った現場視察でも、水処理に係る各種設備やポンプ、バルブ類は適切に整備されており、主要な設備で著しく老朽化している設備は見当たらなかった。また、電気設備も同様に健全な状態であることが確認された。

3) 送配水管

送配水管の運営・維持管理は各地域部が行っている。本事業で送配水施設が建設されるペレイベ市とプライア・グランデ市は地域部の1つである RSSP が担当しており、その中に両市それぞれを管轄するチームがある。ただし、配水管網内で行なわれる日常的な小規模作業は期間 30 カ月の契約で民間に委託されており、この委託業務には新規接続の工事、漏水部の補修、水道メーターの補修、小規模な水道管路の延伸などが含まれる。したがって、地域部の送配水管路担当チームの日常的な業務は、寄せられる苦情等への対処、受託業者の業務管理である。

(2) 運営・維持管理チームの運営・維持管理に係る課題

上水道サービスが市民生活に与える直接的な影響を鑑み、SABESP は上水道施設の運営・維持管理のためよく組織された体制を整備し、多くの人的リソースと予算を投入している。調査団が行った現地踏査においても施設は概ねよく整備され、本来の機能を十分に発揮できる状況が維持されていることが確認された。

⁵ 汚泥の脱水システムは設備側でのマニュアル運転

13.5 運営・維持管理に係る提言

以上の考察より、バイシャーダ・サンチスタ地域における SABESP の施設運営・維持管理につき以下のように提言する。

(1) 下水ポンプ場の運営・維持管理について

- ポンプ場の改善のための予算確保：ポンプ場の修繕を行っている維持管理部（RSO）の修繕課（RSOO）に十分な予算を割り当て、ポンプ設備の修繕や更新、遠方監視システムの改善が必要である。ポンプ設備の不具合の削減と遠方監視によるメンテナンスの効率化は、不具合に対する迅速で的確な対応を容易にし、下水道システムの適正な機能維持に貢献する。さらに、中長期的には運営・維持管理に係る人件費や外注費の削減にもつながる。
- ポンプ場の巡視とメンテナンス業務の一本化：浄水・下水処理部（RST）の下水処理課（RSTE）が行っているポンプ場の巡視を民間に委託し、ポンプ場の巡視と修繕を同一の民間業者に行わせることを推奨する。これにより、不具合をみつけた民間業者が即座に修繕にあたることができ、現状のように、トラブル把握の遅れや、トラブル特定から修繕までのタイムラグを改善することができる。ポンプ場の巡視と修繕はそれぞれ RSTE と RSOO の所管で、二つの部門にまたがる業務を一つの民間委託に統合することには契約管理体制上の問題が生じると推察する。しかし、それぞれの部門と別途の契約を結ぶ形態⁶も含め、契約上や運用上の工夫で対処可能な問題であると考ええる。
- ポンプ場運営チームの強化：ポンプ場運転データの監視には、下水処理場のオペレーターとは別にポンプ場の監視要員を任命することが望ましい。これにより、把握された不具合への早期の対応が可能となる。また、上で提案したポンプ場巡視業務の民間委託ができない場合、ポンプ場の巡回にあたっているポンプ場運営チームの要員数を増加することが必要である。

(2) 下水道管路の運営・維持管理について

- 古い管路の現況調査の実施：特に老朽管が多く存在しているサントス市、プライア・グランデ市、グアルジャ市において修繕業務が多く発生しており、口径の比較的大きい路線（例えば 300 mm 以上）を中心にテレビカメラによる調査を行うことを提言する。
- 事故リスクの高い管路の予防保全的更新または修繕：老朽化したテレビカメラ調査の結果に従い、道路陥没を引き起こすリスクがある管路について優先的に更新または修繕を行う。
- つまりが頻発する路線の定期的な清掃：つまりが多く生じている路線では管路の逆勾配やたわみが生じている可能性があるため、比較的新しい管路であっても、特に雨季の前に重点的な清掃を行うことが望ましい。

⁶ この場合、運営業務契約、修繕業務契約、両者間を調整する総括契約の三本立ての契約を一つの民間業者とかわすことも考えられる

(3) 下水処理場の運営・維持管理について

- 日常の運営体制の強化：現在一人で行っている下水処理場の運営を、少なくとも日中のシフトでは二人以上とするべきである。これは日常的な業務の改善のみならず、作業員の安全確保のためにも検討すべきである。
- 繁忙期の運営体制の強化：特に降雨の多い夏季においては、通常より多くの要員をパートタイムであれ投入し、流入する砂の除去などの対処を頻繁に取れるようにする必要がある。
- 設備担当者の現地への配置：オペレーターは工学的な技能を持つ要員ではなく、設備の日常的な不具合への対処は行えない。そのため、複数の処理場を兼任するかたちで機械設備や電気設備の担当者を決め、週に一度でも巡視して設備の状況を確認する必要がある。特に、機械式汚泥濃縮機、汚泥脱水機、および砂の流入で不具合が生じやすい沈砂池設備の管理体制は強化の必要がある。
- 下水処理場改善のための予算の確保：不具合のある設備の修繕や更新、基本的な機能の自動化または遠隔操作化に予算を割り当てる必要がある。また、設備の不具合を予兆または軽微な段階で把握できるよう、設備監視システム（電流、トルク、温度、振動などのセンサー）の導入も推奨される。これにより、安定した汚水処理機能の確保、施設運転に大きな影響を与える設備の破損や大掛かりなメンテナンス費用の削減が期待できる。
- 受託業者との連携強化、契約の見直し：設備の修繕が満足に行われていないケースの中にはメンテナンスを請け負っている民間業者との連携がとれていないケース、あるいは該当する修繕業務が委託契約に含まれない性質の業務であるケースがあると推察される。オペレーターの増員、設備担当者の任命により受託業者とのタイムリーな連携を行うことが推奨される。また、契約上の問題で放置されている不具合がないか検証し、受託者の業務範囲や契約条件に反映することも推奨される。
- 水質モニタリングの体制強化：RSOCは下水処理場の水質モニタリングを現状の月2回程度（現状はコロナ禍の困難もあり月1度程度）から当面週に1度として下水処理の改善に活用することが推奨される。また、採取したサンプルは適切に管理しなるべく短期間で分析期間に持ち込むことを徹底する必要がある。

第14章 事業実施計画

14.1 実施機関及びその他関係機関等を含めた事業全体の実施体制

本事業の実施機関はサンパウロ州上下水道公社（Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo : SABESP）である。図 14.1、表 14.1 に示すように、本事業は州政府内外の様々な組織等との調整、協議、またはそれら組織からの支援を受けて実施される。

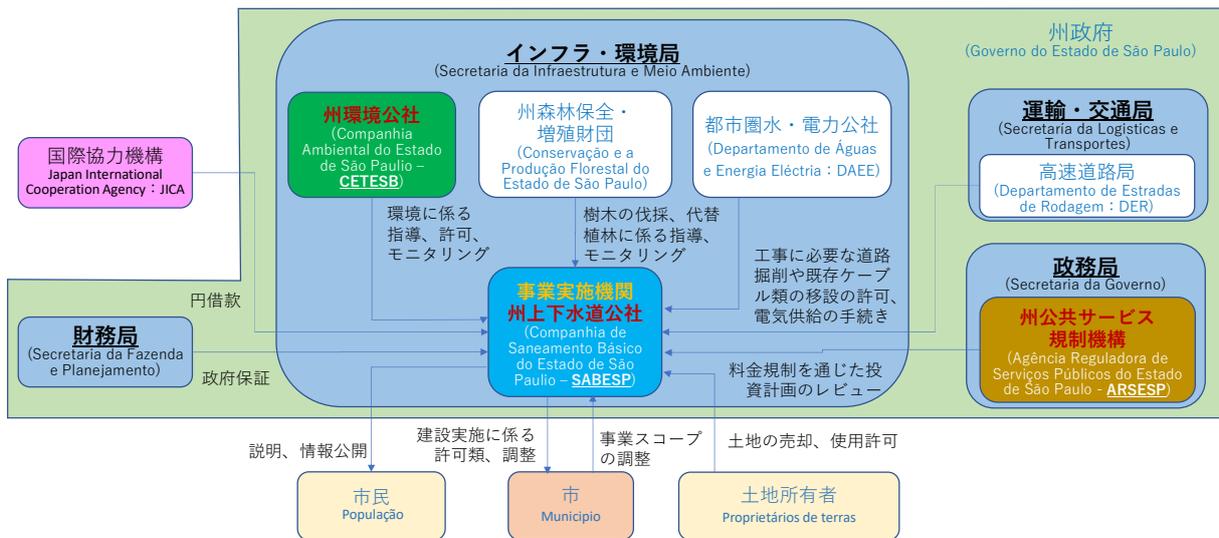


図 14.1 本事業における実施機関 (SABESP) と関係他機関の関わり

表 14.1 本事業の関係機関

組織等	本事業への関わり
州政府	州上下水道公社 (SABESP) *
	州環境公社 (CETESB) *
	州森林保全・増殖財団*
	都市圏水・電力公社 (EMAE) *
	州高速道路局 (DER) *
	州公共サービス規制機構 (ARSESP) *
	財務局
市	SABESP は、上下水道事業の顧客である市と事業の内容について調整を行う。また、市は SABESP に対し、市が管理する道路の掘削の許可を与える
市民	SABESP は、市民に対して事業に関する説明と情報公開を行う
土地所有者	SABESP に対し、事業の実施に必要な土地の売却する、または使用許可を与える
JICA	本事業に対する円借款契約が締結された場合、円借款を供与する

*: 州上下水道公社 (SABESP) = Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo; 州環境公社 (CETESB) = Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; 州森林保全・増殖財団 = Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo; 都市圏水・電力公社 (EMAE) = Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A; 州公共サービス規制機構 (ARSESP) = Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo; 財務局 = Secretaria da Fazenda e Planejamento; 高速道路局 = Departamento de Estradas de Rodagem

出典: 調査団作成

14.2 実施機関内の実施体制

14.2.1 実施機関の当該類似事業実施の経験

13章 13.3節で述べたように SABESP はサンパウロ州内で相当数の類似施設を有している。バイシャーダ・サンチスタ地域においても、5章 5.1.1 で示したようにきれいな波プログラムの Stage1 および Stage2 で多くの下水処理場、下水道管路・ポンプ場、配水池・ポンプ場、送配水管を建設する事業を実施している。さらに、SABESP は表 14.2 に示すように円借款事業の実施経験もあり、実施機関である SABESP は多くの類似事業の経験を有している。

表14.2 SABESP の円借款事業の経験

番号	プロジェクト名	供与年	供与額	実施期間
1	サンパウロ州沿岸部衛生改善事業*1	2004*4	404.89 億円*4	2004-2018
2	ピリングス湖流域衛生環境改善事業*2	2010	62.08 億円	2010-2016
3	サンパウロ州無収水対策事業*3	2012	335.84 億円	2012-実施中

*1: Sanitation Improvement Project for Baixada Santista Metropolitan Region

*2: Environmental Improvement Project in the Basin Lake Billings

*3: Non Revenue Water Control Project in Sao Paulo State

*4: 2011 年に追加借款。供与額は当初と追加の借款額の合計

出典: JICA 公開資料をもとに調査団作成

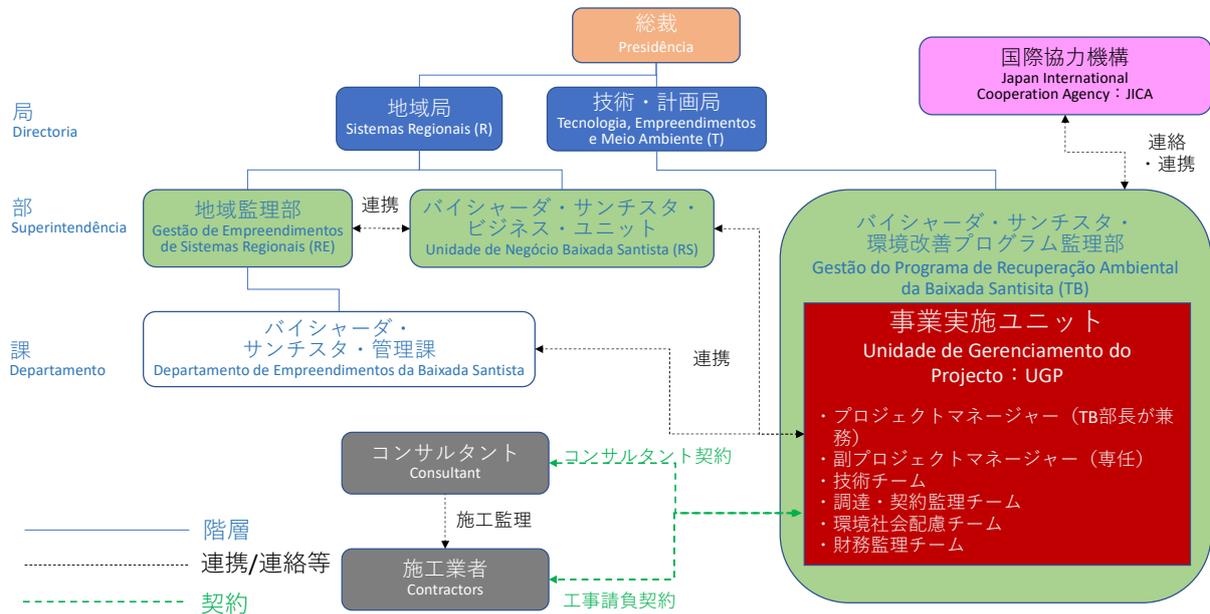
14.2.2 本事業の実施体制

(1) 提案する実施体制

図 14.2 に、事業の実施体制案を示す。3章 3.3.4節で述べたように、SABESP では、技術・計画局（T 総局）内のバイシャーダ・サンチスタ環境改善監理部（TB）がきれいな波プログラムを担当している。その枠組みにあわせ、本調査では、TB の中に事業実施ユニット（Unidade Gerenciamento do Projeto : UGP）を設立し、UGP が専属的に本事業を実施することを提案する。以下、提案する事業実施体制の要点を述べる。

- T 総局 TB 内に設立する UGP が専属的に本事業を実施する。TB はきれいな波プログラムのうち本事業以外の事業も担当している。そのため TB 内には、UGP の外に本事業以外の事業を担当する組織が保存されることを前提とする。
- UGP は、正副のプロジェクトマネージャー（PM、副 PM）の下に、技術チーム、調達・契約管理チーム、環境社会チーム、財務監理チームを配置する。これにより、設計から施工監理まで一貫して UGP が事業の全側面を自ら監理できる体制とする。
- UGP の PM は TB の部長が兼務する。これによりきれいな波プログラム全体との整合を図りながら事業を実施できるとともに、必要に応じて UGP が TB 内他部門のリソースの融通を円滑に受け取ることができる。また、現在でも行っているように地域監理部（RE）、バイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニット（RS）などの他部門との調整を行う。

- 副 PM は UGP 専任とし、TB 部長を兼務する PM を補佐して日常的な全体指揮を執る。また、必要に応じて PM を代理する。



出典：調査団作成

図14.2 本事業の実施体制案

(2) バイシャーダ・サンチスタ環境改善監理部(TB)の現在の体制と UGP 立ち上げの必要性

1) TB の組織体制

SABESP 技術・計画局 (T 総局) のバイシャーダ・サンチスタ環境改善プログラム監理部 (TB) はきれいな波プログラムの実施に特化した組織で、計画課 (TBP)、技術課 (TBT)、調整課 (TBN、TBS、TBA、TBL) の部門がある¹。各部門の担当業務は表 14.3 に示すとおりである。なお、バイシャーダ・サンチスタ地域できれいな波プログラムに含まれない事業については、地域監理部 (Gestão de Empreendimentos de Sistemas Regionais : RE) が担当する。また、上下水道への新規接続や小規模な管路網の延伸についてはバイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニット (RS) が行っている。

表14.3 バイシャーダ・サンチスタ環境改善プログラム監理部(TB)各部門の担当業務と現状の要員数

TB 内の部門	担当業務	人数
バイシャーダ・サンチスタ環境改善プログラム監理部長*	Mambu-Branco サブシステム拡張事業も含めたきれいな波プログラムに係る主要な意思決定、調整	1人
計画・監理課 (TBP) *	きれいな波プログラムの企画段階 (設計や施工に至る前の段階) に該当する業務全般を担当。CETESB、DAEE などの他組織からの許認可も含む。	8人
技術課 (TBT) *	調査、基本設計、詳細設計に係る業務を担当。委託先の契約管理や成果物の検収も含む。	7人
調整課*	工事監理、工事契約の監理、工事中に必要な許認可の取得を担当。下のように担当する地域や分野により 4 つの課に分かれているが、状況に応じて本来の地域・分野外の工事を担当することもある。	

¹ SABESP の組織全体における TB の位置付けは第3章 3.3.2 節(2)参照

TB 内の部門	担当業務	人数
調整課・北部下水道 (TBN) *	バイシャーダ・サンチスタ地域北部の下水道工事を担当 (サン・ピゼンテ市半島部、サントス市、クバトン市、グアルジャ市、ベルチオガ市)	5人
調整課・南部下水道 (TBS) *	バイシャーダ・サンチスタ地域南部の下水道工事を担当 (ペルイベ市、イタニャエン市、モンガグア市、プライア・グランデ市)	5人
調整課・水道 (TBA) *	バイシャーダ・サンチスタ地域の水道工事を担当	7人
調整課・北部沿岸上下水道 (TBL) *	バイシャーダ・サンチスタ地域のベルチオガ市以北の北部沿岸部の上下水道工事を担当	4人
総人数		37人

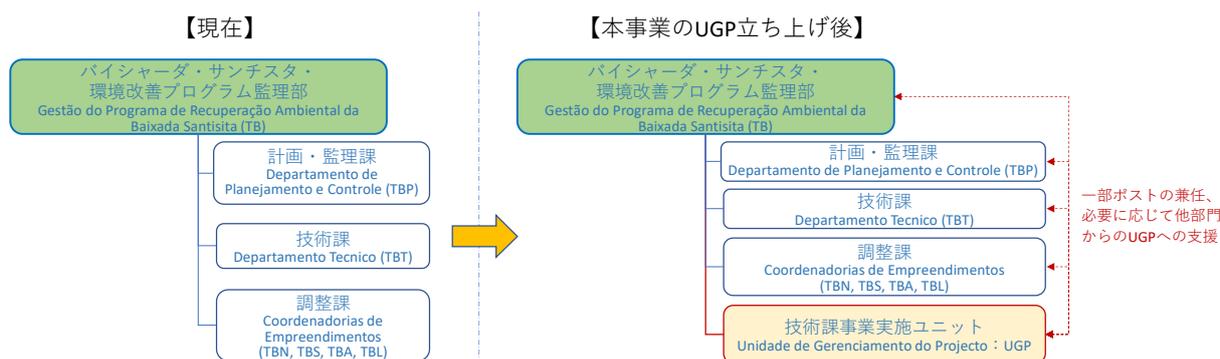
*: バイシャーダ・サンチスタ環境改善プログラム監理部: Superintendência de Gestão do Programa de Recuperação Ambiental da Baixada Santista (TB)、計画・監理課: Departamento de Planejamento e Controle – Manager Susana Mune (TBP)、技術課: Departamento Técnico (TBT)、調整課: Coordenadorias de empreendimentos、調整課・北部下水道: Departamento de Obras de Esgoto do Norte (TBN)、調整課・南部下水道: Departamento de Obras de Esgoto do Sul – Rogério Sampaio (TBS)、調整課・水道: Departamento de Obras de Abastecimento de Água (TBA)、調整課・北部沿岸上下水道: Departamento de Obras de Abastecimento de Água e de Esgoto no Litoral Norte (TBL)

出典: SABESP 提供資料をもとに調査団作成

2) TB からの UGP 立ち上げ、UGP 立ち上げ後の TB の組織体制

TB が専属的に行っているきれいな波プログラムは現在 Stage2 の Phase2 が実施中であり、Stage2 は 2026 年までに継続する。そのため本事業が Stage 2 と並行して実施される可能性が非常に高い。また、Stage3 のうち本事業に含まれない工事についても今後工事が実施される見込みであり、TB は本事業と並行してきれいな波プログラムの他事業を実施することになる。したがって、本事業を円滑に進めて行くことを担保するため、専属的に本事業に従事する UGP を TB 内に立ち上げる必要がある。

図 14.3 に、現在の TB の体制と本事業の UGP 立ち上げ後の体制を示す。UGP は本事業の専属的な部門であるが、TB の他案件への影響を緩和するため、いくつかのポストについては TB 内他部門との兼任も可能とする。一方で、工事監理が佳境となった際など本事業が人手を要する業務が佳境状況となった際など場合には、TB 内他部門から UGP への柔軟な支援も必要になる。



出典: 調査団作成

図14.3 UGP 立ち上げ前後の TB の組織体制案

14.2.3 事業実施部門の所掌業務、組織構造、人員体制

UGP は、プロジェクトマネージャー以下、技術チーム、調達・契約監理チーム、環境社会配慮チーム、財務監理チームの4チームで構成する。それぞれの所掌業務、要員の要件、チームの人員数を表14.4に示す。

UGP は SABESP の関連他部門との調整が必要であるが、きれいな波プログラムの実施経験から調整業務には良く通じている。そのため UGP の重要ポストに TB 外からの要員を起用することは求めない。また、ジェンダーアクションプランで掲げるように UGP には女性職員を積極的に起用し、そのうち環境社会配慮チームのコミュニケーション担当者の一人は女性とする。

表14.4 事業実施ユニット(UGP)の組織体制

チーム	所掌業務	資格、チーム構成	人数 (兼任)
プロジェクトマネージャー (PM)	本事業に係る主要な意思決定、他部門や他組織との調整、JICA とのコミュニケーションを担当する	TB 部長が兼任	1人 (1人)
副プロジェクトマネージャー (副 PM)	PM の業務全般を補佐し、PM が認めた場合に代理を務める	TBP または TBT に所属し、円借款事業に従事した経験のある要員。UGP 専任。	1人 (0人)
技術チーム	設計業務、入札図書 of 技術的側面、入札評価・契約交渉の技術的側面、工事監理を担当する。コンサルタント、施工業者とのコミュニケーションと窓口となる	TBP または TBT に所属していた要員がチーム長を務め、以下の構成とする。 ・ チーム長 (1名) (専任) ・ 下水処理場担当 (2名) (専任) ・ 下水収集施設担当 (2名) (専任) ・ 水道施設担当 (2名) (1人は兼任可) ・ 機械設備担当 (1名) (兼任可) ・ 電気設備担当 (1名) (兼任可)	9人 (3人)
調達・契約監理チーム	入札図書作成、入札手続き、工事監理において、JICA 調達ガイドラインに基づいた入札手続き、契約条件を遵守した工事実施を監督する	円借款事業における施工業者選定手続きに従事した経験のある要員が務める。	1人 (1人)
環境社会配慮チーム	本事業の全期間を通じての、JICA 環境ガイドラインにもとづいた環境社会配慮*1、市民とのコミュニケーション、用地取得と用地取得に係るモニタリング*2、環境に係る許認可・CETESB との調整を担当する。JICA、コンサルタント、施工業者の環境担当者とのコミュニケーションの窓口となる	TB で CETESB との調整業務を経験している要員がチーム長を務め、以下の構成とする ・ チーム長/環境社会配慮担当 (1名) (兼任可) ・ 環境社会配慮担当/コミュニケーション担当 (2人) (1人は兼任可) (1人は女性とする*3) ・ 用地取得担当 (1名) (兼任可)	4人 (3人)
財務管理チーム	コンサルタント、施工業者からの請求書の処理を担当する。ディスパースメントの管理、ディスパースメントに関する JICA とのコミュニケーションの窓口となる	SABESP の財務または経理部門での業務経験を持ち、円借款事業にも従事したことの要員が担当する。兼任可	1人 (1人)
総人数：17人 (うち兼務最大9人)			

*1: 環境社会配慮モニタリングの業務内容は10章10.9節参照

*2: 用地取得に係るモニタリングの業務内容と実施体制は11章11.10節参照

*3: コミュニケーション担当者への女性の起用は第9章9.4節のジェンダーアクションプラン参照

出典: SABESP 提供資料をもとに調査団作成

14.2.4 実施体制に係るリスク分析と提言

SABESP が表 14.4 で提示した実施体制を構築し、円借款事業の経験を豊富に有するコンサルタントによる支援を受け、JICA との密なコミュニケーションを図れば円滑な事業の実施が期待できる。しかし、様々な要因で実施体制が整わない場合、想定以上の業務量となる上で提示した体制では事業の円滑な実施が困難となる場合も考えられる。そのような事態を引き起こし得るリスクとその回避策または緩和策を表 14.5 に示す。

表14.5 実施体制上の問題で事業実施に悪影響を与えるリスクと緩和策・回避策

リスク	リスクの内容	対応方針	緩和策・回避策
1 プロジェクトマネージャー (PM) の関与低下のリスク	PM が業務多忙により重要事項の意思決定や他部門との調整が停滞するリスク	緩和	<ul style="list-style-type: none"> - TB に副部長または代理を立て、PM の UGP への関与余地を増やす - 専任の副 PM が決裁できる範囲を拡大し PM への負荷と依存を軽減する
2 UGP の要員不足のリスク	きれいな波プログラム Stage2 Phase 2 が遅延するなどし、TB が UGP に配置できる要員が不足するリスク	回避	<ul style="list-style-type: none"> - TB に他部門から要員を補填し、UGP に予定通りに要員を配置する
3 兼務要員の関与低下のリスク	他部門を兼務している要員が他部門の業務多忙で UGP への関与ができず業務が停滞するリスク	回避	<ul style="list-style-type: none"> - 事業進捗に影響を与えやすい技術チームはチーム長以下、専任の要員を多く配置する。また、環境社会配慮チームにも専任の要員を配置する。 - 多忙で関与できない兼務要員は他の要員に速やかに交代する
4 円借款事業の従事経験者の払底のリスク	重要ポジションへのアサインが期待されている円借款事業の従事経験者が様々な要因で UGP に配置できず、円滑な事業実施を脅かすリスク	緩和	<ul style="list-style-type: none"> - コンサルタントの重要ポジションには円借款事業の従事経験者を資格要件とする。これにより、UGP に円借款事業経験者が不足してもコンサルタントが十分な支援を行えるようにする
5 一期間への過度な業務集中による要員不足のリスク	複数の契約パッケージで繁忙期が重なり、想定している UGP の体制では消化できない業務量となるリスク	緩和	<ul style="list-style-type: none"> - TB の他部門との柔軟な要員融通を行う - 複数の入札手続きを同時または短期間に続けて実施せず、予め決めた順で間隔を空けて開始する*1 - 事前資格審査と入札は、一度に複数の契約パッケージを対象に行うことで業務量を削減する*2 - コンサルタントが行える業務はコンサルタントに任せ、業務が集中する場合はコンサルタント側の追加要員のアサインを迅速に判断する

*1: 業務の集中を回避するための入札実施順序とスケジュールについては本章 14.5.2 節 (7) 3)で提案

*2: 事前資格審査と入札の件数の削減は本章 14.3.3 節 (4)で提案

出典: 調査団作成

14.3 事業調達計画

14.3.1 パッケージング計画

(1) パッケージングで考慮する要素

本事業で実施する工事はバイシャーダ・サンチスタの100 km以上に渡る海岸線に沿って広範な地域で行われる。また、下水処理場、下水収集施設、送配水管、配水池・ポンプ場など多様な施設を建設するうえ、工事費は総額数百億円にもものぼる。そのため、本事業は事業の円滑な実施、品質の確保、競争性の確保、リスク管理等の観点から複数の契約パッケージで行うのが妥当である。本事業を複数の契約パッケージに分割するにあたっては以下の要素を勘案して複数のオプションを比較検討する。

1) パッケージ数、それぞれのパッケージの想定契約額

契約パッケージ数を少なく設定すると実施機関が行う契約管理の手間は軽減される。また、大型契約のスケールメリットにより事業全体の費用が圧縮される可能性もある。一方で、契約パッケージが少ない場合、1つの入札または1つの契約で問題が生じただけで事業の大部分が停滞するリスクを抱える。また、高額な契約には一部の大手しか入札資格を得られないため応札価格が高止まりする可能性もある。また、あまりに高額な場合は実施機関内での入札書類の吟味や入札手続きに通常以上の時間を要する場合もある。したがって、パッケージ数は契約数が増えることのメリットとデメリットの両方を勘案してバランスの良い数にする必要がある。

2) 工事の性質

多くの事業において、下水処理場と下水道管路のように性質の異なる工事は別々の契約パッケージで実施される。そのようなパッケージ分けはプラントを得意とする企業と管路工事のような一般土木を得意とする企業がそれぞれ専門とするパッケージに専念して応札することを可能とする。また、プラント工事に適した契約条件と管路工事に適した契約条件をそれぞれに適用することが容易で、結果として入札図書作成や契約管理が比較的容易になる。

また、工事の性質によりパッケージを分けた場合、管路工事のように比較的難易度の低い工事に対しては国際競争入札（International Competitive Bidding : ICB）ではなく現地競争入札（Local Competitive Bid : LCB）を適用する余地が生じる。LCBの場合、工事の品質管理と進捗監理をより確実に行う必要があるが、契約額が安価になるほか、順調に実施されれば管理調達手続きが簡素となる分比較的早期に事業が完成に至る可能性もある。

3) 地理的条件または行政区界

契約パッケージを工事の性質ではなく地理的条件や行政区界で仕分けするケースもある。この場合、一つの契約に下水処理場や管路工事など性質の異なる工事が含まれることになる。規模の大きい建設会社であればプラント工事と管路工事の両方を実施することは可能であり、ブラジル国ではそのような企業の数は少なくない。あるいは、異なる分野を得意とする複数の建設会社が共同企業体を形成して工事を実施することも可能である。

また、契約パッケージを地理的に分割することは、自治体、他ユーティリティ、および地元とのコミュニケーションを効率化する効果もある。さらに、交通などへの社会影響の最小化も効果的に行えるほか、下水処理場と管路の接合など施設間の取り合いで、業者間の調整を回避できる。

(2) 考えられる契約パッケージング案

上で挙げた要素を勘案し、下に示す3つのパッケージング案を抽出した（各案の詳細は表14.6に示す）。

- A案：施設の種類によって分割
- B案：施設の種類と地域ごとに、極端に大きなパッケージが生じないように分割
- C案：下水道施設を市や地域ごとに、極端に大きなパッケージが生じないように分割

3案のうち、A案は極端に高額なパッケージが生じ、1つの問題で事業の大きな部分が停滞するリスクが高い。そのため、B案とC案に絞って表14.7に示すとおり比較検討を行った。検討の結果、他組織や地元との協議・調整、社会影響の抑制が円滑となり得るほか、下水処理場と下水収集施設が足並みを揃えて建設することが容易である点などからC案を選定する。

表14.6 考えられる契約パッケージ案

地域	市	施設	想定 工事費 (百万レアル)	A案 施設の種類によって 分割			B案 施設の種類と地域ごとに 極端に大きなパッケージが生じないように分割							C案 下水道施設を市や地域ごとに 極端に大きなパッケージが生じないように分割							
				CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP8	
				下水処 理場	下水 収集 施設	水道 施設	北部・ 中部の 下水処 理場	南部の 下水処 理場	北部の 下水収 集施設	南部の 下水収 集施設 -1	南部の 下水収 集施設 -2	南部の 下水収 集施設 -3	水道 施設	北部の 下水道 施設	中部の 下水道 施設	南部の 下水道 施設-1	南部の 下水道 施設-2	南部の 下水道 施設-3	南部の 下水道 施設-4	水道 施設	
下水道																					
北部	ヘルチオカ	Vista Linda下水処理場	25.9	✓			✓														
		Costa do Sol地区の下水収集施設	100.7		✓				✓												
		Centro下水処理場	23.1	✓			✓														
中部	ガアルジャ	Vicente de Carvalho下水処理場	77.3	✓			✓														
	カハトン	Casqueiro下水処理場	40.4	✓			✓														
南部	モカグア	Bichoro下水処理場	14.6	✓				✓													
		Barigui下水処理場	55.1	✓				✓													
	イタニヤン	Anchieta下水処理場	37.7	✓				✓													
		Anchieta処理区の下水収集施設	147.4		✓					✓											
		Guapiranga下水処理場	37.4	✓				✓													
		Guapiranga処理区の下水収集施設	289.1		✓																
	ヘルイバ	P1下水処理場	67.3	✓				✓											✓		
		P2下水処理場	44.9	✓				✓											✓		
		P2処理区の下水収集施設	94.6		✓								✓						✓		
水道																					
南部	ブライ・グラナデ	Boquera配水池・ポンプ場	34.1			✓								✓					✓		
		送配水管	32.0			✓								✓					✓		
	ヘルイバ	配水本管	36.2			✓								✓					✓		
契約パッケージごとの想定契約額			百万レアル	424	632	102	167	257	101	147	289	95	102	150	118	70	185	327	207	102	
			億円	94	140	23	37	57	22	33	64	21	23	33	26	15	41	73	46	23	

出典：調査団作成

表14.7 パッケージ案の比較検討

項目	B案：施設の種類と地域ごとに、極端に大きなパッケージが生じないように分割			C案：下水道施設を市や地域ごとに、極端に大きなパッケージが生じないように分割		
	パ ッ ケ ー ジ	名称	想定契約額 百万レアル (億円)	パ ッ ケ ー ジ	名称	想定契約額 百万レアル (億円)
パッケージ構成と各パッケージの想定契約額	CP1	北部・中部の下水処理場	166.7 (37.0)	CP1	北部の下水道施設	149.7 (33.3)
	CP2	南部の下水処理場	257.1 (57.1)	CP2	中部の下水道施設	117.6 (26.1)
	CP3	北部の下水道管路	100.7 (22.4)	CP3	南部の下水道施設-1	69.7 (15.5)
	CP4	南部の下水道管路-1	147.4	CP4	南部の下水道施設-2	185.1

項目	B 案：施設の種類の地域ごとに、極端に大きなパッケージが生じないように分割			C 案：下水道施設を市や地域ごとに、極端に大きなパッケージが生じないように分割			
	パッケージ	名称	想定契約額 百万レアル (億円)	パッケージ	名称	想定契約額 百万レアル (億円)	
			(32.7)			(41.1)	
	CP5	南部の下水道管路-2	289.1 (64.2)	CP5	南部の下水道施設-3	326.5 (72.6)	
	CP6	南部の下水道管路-3	94.6 (21.0)	CP6	南部の下水道施設-4	206.8 (46.0)	
	CP7	水道施設	102.3 (22.7)	CP7	水道施設	102.3 (22.7)	
	計	1,157.8 百万レアル (257.3 億円)		計	1,157.8 百万レアル (257.3 億円)		
調 達	一件あたりの 契約金額の適 正さ	1 契約あたり約 21 億円から 64.2 億円。競争性の確保、大規模契約に付随するリスク抑制の観点から適度である			1 契約あたり約 15.5 億円から 72.6 億円。競争性の確保、大規模契約に付随するリスク抑制の観点から適度である		
		良			良		
調 達 手 続 き の 手 間 、 迅 速 さ		パッケージ数はやや多いが、調達手続きが特別に増加するほどではない。事業規模と事業対象地域の広がり考えると妥当			同左		
		良			良		
管 路 工 事 へ の LCB* 導 入 に よ る 迅 速 化 と コ ス ト 削 減 の 可 能 性		汚水収集施設パッケージを LCB として調達手続きを簡素化する余地がある			下水処理場と汚水収集施設が原則同一パッケージであるため LCB 導入の余地は小さい（ただし、円借款事業では国際競争入札が原則である）		
		優			良		
施 工 監 理	工事許可等の 効率的な取得	一つのエリアで複数の業者がそれぞれ工事許可や道路管理者等との調整などを行う必要がある			一つのエリアで単一の業者が全ての工事許可や道路管理者等との調整を行うので外部との手続きや調整が全般的にスムーズとなる		
		良			優		
施 設 間 の 取 り 合 い の 調 整 の 簡 易 さ		下水道管路と処理場の取り合い部での整合や建設手順の調整で難が生じることがある			下水道管路と下水処理場の取り合い部は建設業者が自ら全て調整できる		
		良			優		
地 元 と の コ ミ ュ ニ ケ ー シ ョ ン 、 社 会 影 響 の 管 理 の 容 易 さ		一つのエリアで複数の業者が地元とのコミュニケーションや工事による社会影響への対応を行う。そのため地元との調整が煩雑になったり、交通等への影響の制御がやや困難と成り得る			エリアごとに単一の工事業業者が地元とのコミュニケーションや交通などの社会影響への対応を一括して行える		
		良			優		
契 約 管 理 の 簡 易 さ		工事の種類によって契約が分かれているため契約がシンプルで、管理が比較的容易			一つの契約にプラントと管路が含まれるため、契約条件が複雑になる可能性がある。下水処理場にデザインビルドを適用した場合にその複雑さは顕著になる		
		優			良		
事 業 完 成 し た 施 設 が 期 待 さ れ た 効 果 を 発 揮 で き な い 事 態 の 発 生 可 能 性		一つのエリア内で、下水処理場または汚水収集施設の片方のみが早期に完成し、どちらかが著しく遅れる事態が生じる可能性がある比較的高い			エリア内の全工事を単一の業者が単一契約で実施するため、下水処理場と汚水収集施設が足並みをそろえて実施される可能性が比較的高い		
		良			優		
総 合 評 価		明らかな欠点はない			エリアごとに単一の業者が工事を行うため外部や地元との協議・調整、社会影響の抑制が円滑と成り得るほか、下水処理場と汚水収集施設が足並みを揃えて建設することが容易である。契約管理が複雑となるが、SABESP がコンサルタントの支援を得て適切に管理することは可能と考えられる		
		良			優（採用）		

出典：調査団作成

(3) 結論

以上の検討より、本事業は表 14.8 に示す 7 つの契約パッケージに分けて実施する。また、契約管理の円滑化のため、各契約パッケージの中に工事の種類および現場位置に応じた「ロット」の概念を導入することを提案する。

表14.8 本事業の契約パッケージ構成

パッケージ		ロット
CP1	北部の下水道施設（バルチオガ市）	ロット1： Vista Linda 下水処理場の拡張
		ロット2： Centro 下水処理場の拡張
		ロット3： Cost do Sol 地区の下水処理施設の整備
CP2	中部の下水道施設（グアルジャ市及びクバトン市）	ロット1： Vicente de Carvalho 下水処理場の拡張
		ロット2： Casquero 下水処理場の拡張
CP3	南部の下水道施設-1（モンガグア市）	ロット1： Bichoro 下水処理場の拡張
		ロット2： Barigui 下水処理場の拡張
CP4	南部の下水道施設-2（イタニャエン市 Anchieta 処理区）	ロット1： Anchieta 下水処理場の拡張
		ロット2： Anchieta 処理区の下水収集施設の整備
CP5	南部の下水道施設-3（イタニャエン市 Guapiranga 処理区）	ロット1： Guapiranga 下水処理場の拡張
		ロット2： Guapiranga 処理区の下水収集施設の整備
CP6	南部の下水道施設-4（ペレイベ市 P1 処理区および P2 処理区）	ロット1： P1 下水処理場の拡張
		ロット2： P2 下水処理場の拡張
		ロット3： P2 処理区の下水収集施設の整備
CP7	南部の送配水施設の拡張・増強（ペレイベ市及びプライア・グランデ市）	ロット1： ペレイベ配水拡張本管の布設
		ロット2： プライア・グランデ送配水増強施設の整備（送配水管）
		ロット3： プライア・グランデ送配水増強施設の整備（Boquerão 配水池・ポンプ場）

出典：調査団作成

14.3.2 事業の段階的实施

本事業は、バイシャーダ・サンチスタ地域の衛生環境を改善するきれいな波プログラムの Stage2 の一部と Stage3 の大部分を実施するものである。同プログラムは SABESP と各市のあいだで合意している事業計画と下水道普及率の目標にもとづいて段階的に実施されており、本事業をさらに細分化しての段階的实施は推奨されない。しかし、事業を実施する SABESP の人的資源の制限、または資金の制限から段階的な実施が必要となった場合、以下の要素をもって各パッケージの実施優先度を設定することが考えられる。

- 対象とする地域における現在の下水道整備率：現在の下水道整備率が低い地域で下水収集施設を新たに整備するパッケージを優先的に実施する。
- 拡張を行う下水処理場の稼働率：既存下水処理場の稼働率が既に高い処理場を拡張するパッケージを優先的に実施する。
- 海水浴場の水質：海水浴に適さないとされる海水浴場が多い地域を対象とするパッケージを優先的に実施する。

上の 3 つの要素からパッケージの優先度を表 14.9 のように検討した。最も優先度が高いのは、下水道整備率が低いエリアで下水収集施設の整備を行うパッケージである。また、既に稼働率の高い下水処理場の拡張を行うパッケージも優先度が高いと判断する。結果として、段階的に事業

を実施する場合において、実施を遅らせるパッケージとしてCP3、CP6を提案する。

なお、水道施設を建設するCP7については、市民生活の質に直結するものであるため実施優先度は高いものとする。

表14.9 パッケージごとの実施優先度の提案

パッケージ	対象市	パッケージ内の下水収集施設の有無	要素別の優先度			総合的優先度	段階実施の場合に遅れて実施し得るパッケージ
			下水道整備率(2020年)*1	下水処理場の稼働率(2020年)*2	海水浴場の水質*3		
CP1	ベルチカ ³	有	61% 優先度：高	Vista Linda：118% Centro：79% 優先度：高	良 (悪化中) 優先度：中	高	
CP2	グアルジヤ	無	83% 優先度：－	Vicente de Carvalho：87% 優先度：高*4	良 (横這い) 優先度：低	高	
	クバトン	無	56% 優先度：－	Casqueiro：69% 優先度：高*5	海水浴場なし 優先度：高*6		
CP3	モンカグア	無	90% 優先度：－	Bichoro：89% Barigui：73% 優先度：中－高	悪 (悪化中) 優先度：高	中	✓
CP4	イタニエン	有	60% 優先度：高	Anchieta：66% 優先度：中	良 (良化中) 優先度：低	高	
CP5	イタニエン	有	60% 優先度：高	Guapiranga：27% 優先度：低	良 (良化中) 優先度：低	高	
CP6	ベルイバ ⁶	有	83% 優先度：中	P1：82% P2：60% 優先度：中	中 (良化中) 優先度：低	中	✓

*1: 下水収集施設の整備を含まないパッケージに対しては下水道整備率による優先度の評価は行わない

*2: 表 4.18 参照

*3: 表 4.32 参照

*4: Vicente de Carvalho 下水処理場の流域では、きれいな波プログラムの Phase2 Stage2 で下水収集施設の整備が流域内で実施中である

*5: Casqueiro 下水処理場の稼働率は現在高くないが、きれいな波プログラムの Phase2 Stage2 にて下水収集施設が整備中であることから、拡張工事の優先度を「高」と評価する

*6: クバトン市は地域の汚水がサントス湾に放流されているため「海水浴場の水質」の観点からの優先度を「高」とした

出典: 調査団作成

14.3.3 施工業者の調達方法と契約条件

(1) 準拠するガイドラインと国際競争入札の適用

本事業が円借款により実施される場合、工事業者の選定は「円借款事業のための調達ガイドライン」(Guidelines for Procurement under Japanese ODA Loans) (2012年4月) (以下、「調達ガイドライン」) にもとづいて行う。調達ガイドラインでは、円借款により行われる工事の調達を国際競争入札により行うことを原則としていることから、本事業の各契約パッケージも国際競争入札により工事業者を選定する。なお、ブラジル国の円借款事業では「ビリングス湖流域環境改善計画」、「サンタ・カタリーナ州沿岸部衛生改善計画」においても国際競争入札が行われている。

(2) JICA の標準 PQ 書類、標準入札書類

事業者の選定手続きでは、事前資格（Pre-Qualification：PQ）図書、契約書を含めた入札図書は JICA の定めている標準書類を使用することが原則として義務付けられる。入札図書には表 14.10 に示す複数の標準入札書類があり、その中から工事の性質によって適切なものを選定する。

表14.10 JICA の標準入札書類の種類

名称*1	適用している 契約約款	標準入札書類の 言語	適用性
土木工事 (Works)	FIDIC*2 Multilateral Development Bank Harmonised Edition (FIDIC ピンクブック) 2010 年版	英語、スペイン語、フランス語	設計施工分離方式による一般的な土木工事に適用
プラント・機器供給及び据付 (Plant)	ENAA*3 国内プラント建設契約モデルフォーム	英語、スペイン語、フランス語	設計施工一括方式によるプラント工事に適用
デザインビルド (Design-Build)	FIDIC*1 Plant and Design Build (FIDIC イエローブック) 1999 年版	英語	設計施工一括方式によるプラント工事や土木工事に適用

*1: 上記のほか、資機材を調達する契約に適用する「資機材」、10 億円以下の小規模契約に他起用される「小規模契約」がある

*2: 国際コンサルティング・エンジニア連盟 (International Federation of Consulting Engineers: FIDIC)

*3: 一般財団法人エンジニアリング協会 (Engineering Advancement Association of Japan: ENAA)

出典: 調査団作成

(3) 適用する標準入札書類

本事業で実施される工事のうち、上下水道の管路、上下水道のポンプ場、配水池については設計施工分離方式に適用される標準入札書類「土木工事」(Works) を適用することが通常である。近年は管路工事においてもデザインビルド（設計施工一括方式）を適用する事例が SABESP の中でもある。しかしながら、着工後に入札段階で予期できない条件により工事数量が変更となる可能性が高い管路工事に対して、ランプサムでの支払いとなるデザインビルド方式を適用することは適切なりリスク分担の観点から円借款事業への適用は適切でない。

一方、下水処理場については、施工業者の技術やノウハウを活用したエンジニアリングと施工によって質の高い施設整備が期待でき、着工後に予期せぬ条件変更が生じる可能性も比較的低いことから、設計施工一括方式の契約に適用される標準入札図書「プラント・機器供給及び据付 (Plant)」または「デザインビルド (Design-Build)」の使用が適切と考えられる。中でも、使用している契約約款 (FIDIC イエローブック) にポルトガル語版がある「デザインビルド」の適用がより合理的である⁴。

しかし、本事業では 1 つの契約パッケージに下水収集施設（下水道管路、ポンプ場）と下水処理場の両方を含むものがあり、下水収集施設の工事のみを行う契約パッケージはない。そのため、本事業では以下のように入札図書を作成することを提案する。

- 下水処理場のみを扱う契約パッケージ (CP2、CP3) : 標準入札書類「デザインビルド」を適用
- 下水処理場と下水収集施設の両方を扱う契約パッケージ (CP1、CP4 から CP6) : 標準入札書類「デザインビルド」を適用するが、汚水収集施設のロットには標準入札書類「土木工

⁴ 標準入札書類「プラント・機器供給及び据付」が適用している契約約款「ENAA の契約フォーム」にポルトガル語版はない

事」を参考に設計施工分離方式の条件を取り込む

- 送配水管、配水池、ポンプ場を扱う契約パッケージ（CP7）：標準入札書類「土木工事」を適用

なお、PQ 図書と入札図書の言語はポルトガル語とする。入札図書には入札に先立って JICA の同意が必要であるが、同意前のレビュー作業を円滑に行うため、JICA が標準 PQ 書類および標準入札書類の主要部分または全部のポルトガル語版を作成し SABESP に提供することが理想的である。そうでない場合は実施機関またはコンサルタントが他言語の標準書類からポルトガル語版の入札図書を作成するが、JICA のレビュー業務に翻訳を確認する要素が加わり、同意までに長い時間を要するリスクが懸念される。

なお、ブラジル国における近年の円借款事業では、国際競争入札を行っても現地企業のみが応札するケースが多い。本事業においても海外からの参入が必須な特殊工事はなく、ブラジル国企業のみにより入札が行われる可能性が高い。したがって本レポートをもとに、SABESP が自己資金の事業で従来使用している入札書類の適用も一つのオプションとして JICA 及び SABESP と協議を行い、本事業に適用する入札書類をファイナル・レポートにて最終提案する。

(4) PQ 手続きおよび入札手続きの効率化

調達手続きを効率的に行うため、PQ と入札は契約パッケージごとに行わず、複数の契約パッケージをまとめて行うことが考えられる。

1) PQ 手続きの効率化

下水道施設を建設する CP1 から CP6 は求められる資格要件が酷似することから、CP1 から CP6 は単一の手続きで PQ を行うことが可能である。この場合、応札者に求められる財務状況（売上等）や事業実績（事業の規模と件数等）などの基準を契約パッケージごとに PQ 図書で明示し、申請者が申告した財務状況と事業実績に応じてその申請者が応札資格を有する契約パッケージを決定する。

2) 入札手続きの効率化

工事業者の選定を効率化するため、複数の契約パッケージを一つの入札で調達することが考えられる。この方式では、応札者が、複数の契約パッケージを受注した場合のディスカウントを提案することができ、事業費全体の抑制にも繋げられる。一つの入札で業者を選定する契約パッケージとして、下水処理場のみを対象とする CP2 と CP3、イタニャエン市に下水道施設を対象とする CP4 と CP5 を提案する。

(5) 適用する入札方式

調達ガイドラインでは、一段階二札入札（Single-Stage Two-Envelope Bidding）の適用を原則としており、本事業もそれに倣う。一段階二札入札では、技術札と価格札とが同時にかつ別々の札で提出され、技術札の審査を通過した応札者のみ価格札の開札に進むことができる。

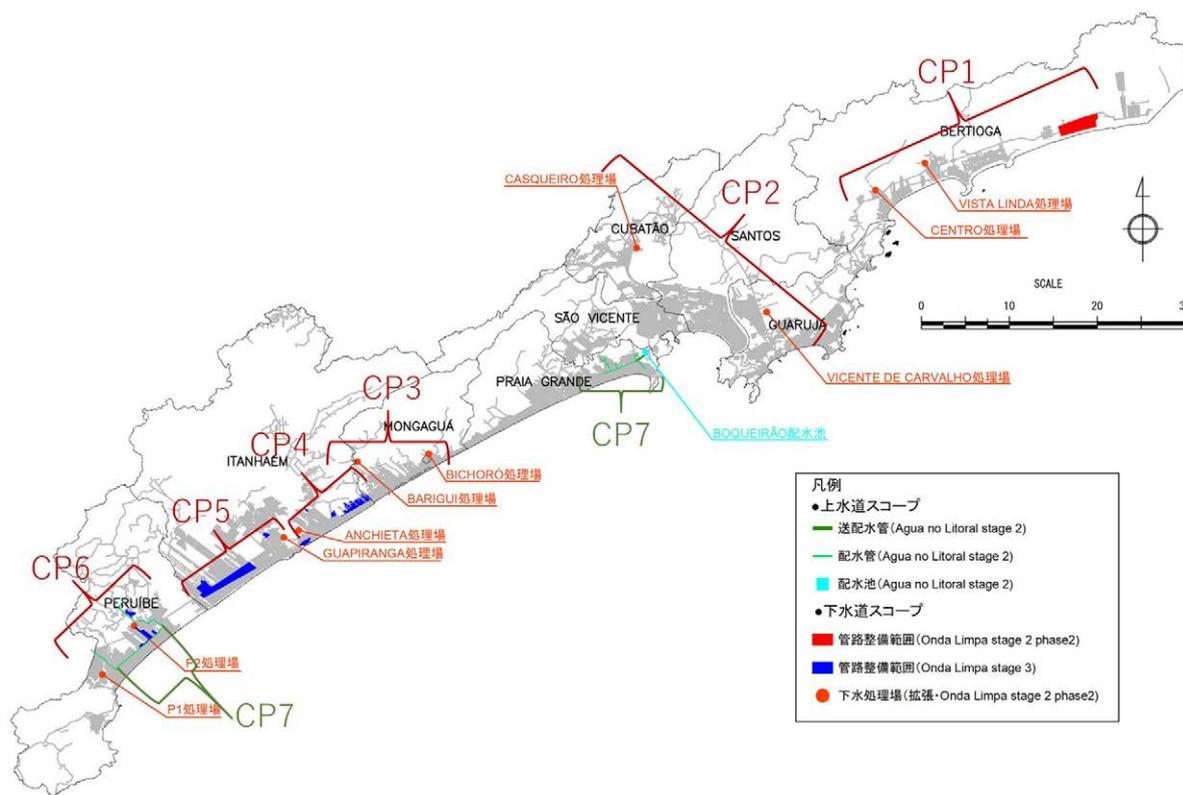
(6) 各契約パッケージの調達方法のまとめ

以上の考察から、各契約パッケージの調達方法を表 14.11 および図 14.4 に整理する。

表14.11 本事業の各契約パッケージの調達方法

パッケージ	ロット	PQ	入札	入札方法	使用する標準入札書類
CP1 北部の下水道施設 (ベルチオガ市)	ロット1: Vista Linda 下水処理場の拡張	PQ-1: 6つのパッケージに対して単一のPQ手続きを行う。 PQ 図書内で明示したパッケージごとの評価基準に照らし、各申請者が応札資格を有する契約パッケージを定める	入札-1	国際競争入札、一段階二札入札	「デザインビルド」。ただしロット3には「土木工事」の要件を取り込む
	ロット2: Centro 下水処理場の拡張				
	ロット3: Cost do Sol 地区の下水処理施設の整備				
CP2 中部の下水道施設 (グアルジャ市及びクバトン市)	ロット1: Vicente de Carvalho 下水処理場の拡張	PQ 図書内で明示したパッケージごとの評価基準に照らし、各申請者が応札資格を有する契約パッケージを定める	入札-2	同上	「デザインビルド」
	ロット2: Casquero 下水処理場の拡張				
CP3 南部の下水道施設-1 (モンガグア市)	ロット1: Bichoro 下水処理場の拡張 ロット2: Barigui 下水処理場の拡張				
CP4 南部の下水道施設-2 (イタニャエン市 Anchieta 処理区)	ロット1: Anchieta 下水処理場の拡張 ロット2: Anchieta 処理区の下水収集施設の整備				
CP5 南部の下水道施設-3 (イタニャエン市 Guapiranga 処理区)	ロット1: Guapiranga 下水処理場の拡張 ロット2: Guapiranga 処理区の下水収集施設の整備				
CP6 南部の下水道施設-4 (ペルイベ市 P1 処理区および P2 処理区)	ロット1: P1 下水処理場の拡張	PQ-2	入札-4	同上	同上
	ロット2: P2 下水処理場の拡張				
	ロット3: P2 処理区の下水収集施設の整備				
CP7 南部の送配水施設の拡張・増強 (ペルイベ市及びブライア・グランデ市)	ロット1: ペルイベの配水拡張本管の布設	PQ-2	入札-5	同上	「土木工事」
	ロット2: ブライア・グランデの送配水増強施設の整備 (送配水管)				
	ロット3: ブライア・グランデの送配水増強施設の整備 (Boqueroa 配水池・ポンプ場)				

出典: 調査団作成



出典：調査団作成

図14.4 本事業のパッケージ分け

14.4 コンサルタンの調達方法と契約条件

14.4.1 コンサルタンの調達方法

本事業が円借款により実施される場合、コンサルタンの選定は「円借款事業のためのコンサルタント雇用ガイドライン」(Guidelines for the Employment of Consultants under Japanese ODA Loans) (2012年4月) (以下、「コンサルタント調達ガイドライン」) にもとづいて行う必要がある。コンサルタント調達ガイドラインはコンサルタントはショートリスト方式で選定することを原則としていることから、本事業のコンサルタントもショートリストされたコンサルタントの中から競争入札を経て選定する。

また、競争入札で使用するプロポーザル要請書 (Request for Proposal : RFP) は JICA の定める標準様式「Standard Request for Proposals under Japanese ODA Loans」(2019年10月) を使用する。

14.4.2 TOR

コンサルタントは設計、入札支援、施工監理を実施する。JICA の標準様式に則り、TOR は 1) 背景、2) コンサルティング・サービスの目的、3) コンサルティング・サービスの内容、4) 想定スケジュール、5) 要員計画、6) 提出物、7) クライアントの便宜供与から構成される。

本事業におけるコンサルティング・サービスの TOR の概要は以下のとおりである。TOR 案は添付資料 14.1 参照とする。

(1) コンサルティング・サービスの内容

本事業は、南北に 100 km 以上の広がりをもつ対象地域において下水処理場、下水道管路、下水ポンプ場、配水池・ポンプ場、送配水管を整備するものである。SABESP は本事業を専属的に実施する UGP を設立するが、このように広範囲な事業を円滑かつ安全に実施するためには設計、入札、工事監理の全てのフェーズにおいてコンサルタントによるフル・コンサルティング・サービスが必要である。

コンサルティング・サービスは 6 章の冒頭で述べたように SABESP の詳細設計を最新の情報をもとにレビューし、入札図書を作成する。また、入札手続き中は JICA の調達ガイドラインに従った手続きが円滑に行えるよう SABESP を全面的に支援する。工事の着手後は The Engineer として契約監理と工事監理にあたり、瑕疵担保期間の終了まで SABESP へのサポートを継続する。事業の品質確保の観点から、コンサルティング・サービスはプロポーザルの質により業者が選定される QBS (Quality-Based Selection) が推奨される。

コンサルタントは SABESP の本部があるサンパウロにメインオフィスを構えるが、施工監理の期間は 3 か所の現場事務所を設置して業務にあたる。現場事務所はベルチオカ市(ベルチオカ市、グアルジャ市、クバトン市の工事を監理)、プライア・グランデ市(プライア・グランデ市とモンガグア市の工事を監理)、イタニャエン市(イタニャエン市とペルイベ市の工事を監理)を想定する。

1) 設計業務

- a. 下水収集施設(下水道管路、ポンプ場)の既存詳細設計の見直し、工事仕様書の作成、工事費積算の見直し
- b. 下水処理場の概念設計図の見直し、設計施工業務の仕様書の作成、概算工事費の見直し。国際的な下水処理の専門家を投入し、下水処理場の現状を分析し、維持管理性と耐久性を担保できる技術仕様書を作成する。また、SABESP の課題となっている下水処理場の運転管理について助言する。
- c. 水道施設(送配水管、配水池、ポンプ場)の既存要塞設計の見直し、工事仕様書の作成、工事費積算の見直し

2) 入札支援

- a. PQ 図書の作成
- b. 入札図書の作成
- c. PQ および入札手続きにおける実施機関への支援
- d. 各契約パッケージの業者との契約交渉における実施機関への支援

3) 施工監理:

- a. 瑕疵担保期間も含めた、全契約パッケージの施工監理

4) 環境管理に係る実施機関への支援

- a. 環境管理計画 (Environmental Management Plan : EMP) および環境モニタリング計画 (Environmental Monitoring Plan : EMoP) の実施に対する実施機関への支援

(2) 想定スケジュール

コンサルティング・サービスの期間は瑕疵担保期間も含めて 77 ヶ月と想定する。

(3) 要員計画

本事業のコンサルティング・サービスではコンサルタントの投入数量を以下のように想定する。

- 国際専門家 (Professional A) : 31 人・月
- 現地専門家 (Professional B) : 1,097 人・月
- サポートスタッフ : 1,128 人・月

添付資料 14.1 にコンサルティング・サービスの TOR を示す。

14.5 事業実施スケジュール

14.5.1 事業実施に必要な許認可と認可取得に必要な期間

本事業の実施にあたっては、工事の着手に先立って CETESB より環境許可を受ける必要がある。環境許可を取得するには、これまでの SABESP の経験より半年から1年の期間を要する。また、CETESB が案件に何らかの環境的問題を認めた場合には1年を超える期間を要することもある。

SABESP によると、環境許可取得の申請は財源が決定した後に行うのが通常であることから、SABESP は我が国政府とブラジル国連邦政府のあいだの交換公文（Exchange of Note）後、速やかに環境許可取得の申請を行うことが求められる。

14.5.2 事業実施スケジュール

本事業の暫定的な実施スケジュールを表 14.12 および図 14.5 に示す。

表14.12 事業の概略スケジュール

事業活動		所要期間	想定時期／期間
円借款手続き	円借款プレッジ	1ヶ月	2022年7月
	交換公文（E/N）、円借款契約	2ヶ月	2022年8月～2022年9月
実施機関側の 事前実施事項	環境ライセンス取得	10ヶ月	2022年8月～2023年5月
	用地取得	15ヶ月	2022年3月～2023年5月
コンサルタントの調 達	プロポーザル要請書作成、ショートル リスト作成、入札、入札評価、契約	10ヶ月	2022年8月～2023年5月
コンサルティング・ サービス	設計、事前審査支援、入札支援、契 約交渉支援、施工監理	76ヶ月	2023年6月～2029年10月
事前資格審査	PQ-1（CP1～6）	9ヶ月	2023年7月～2024年3月
	PQ-2（CP7）	6ヶ月	2023年6月～2023年11月
入札	入札-1（CP1）	19ヶ月	2023年12月～2025年6月
	入札-2（CP2, CP3）	19ヶ月	2024年2月～2025年8月
	入札-3（CP4, CP5）	19ヶ月	2023年10月～2025年4月
	入札-4（CP6）	16ヶ月	2024年7月～2025年10月
	入札-5（CP7）	17ヶ月	2023年6月～2024年10月
工事 （瑕疵担保期間含 む）	CP1	39ヶ月	2025年7月～2028年9月
	CP2	28ヶ月	2025年9月～2027年12月
	CP3	35ヶ月	2025年9月～2028年7月
	CP4	46ヶ月	2025年2月～2029年2月
	CP5	54ヶ月	2025年2月～2029年10月
	CP6	35ヶ月	2025年11月～2028年9月
	CP7	36ヶ月	2024年11月～2027年10月

出典：調査団作成

(1) 協力準備調査(本調査)

協力準備調査は2021年2月から2022年3月までに実施。

(2) 円借款手続き

準備調査の結果にもとづき JICA は本事業への円借款の供与を審査する。審査の結果、本事業が円借款供与に適格であるとの判断であった場合、日本国政府は連邦政府に対し円借款供与をプレッジする。両政府はその後、交換公文 (Exchange of Notes: E/N)、続けて円借款契約 (Loan Agreement: L/A) を行う。

(3) 実施機関側の事前実施事項

SABESP は、資金調達と並行して環境ライセンスの取得と事業に必要な用地の取得を行う。いずれも工事の入札をアナウンスする前に完了していることが望ましい。

(4) コンサルタントの調達

SABESP はコンサルタント調達ガイドラインに従ってコンサルタントを調達する。コンサルタントの調達はショートリストの作成とプロポーザル要請書 (RFP) の作成から開始されるが、日本国政が円借款供与をプレッジした時点からショートリストや RFP への JICA 同意手続き可能となる。SABESP とコンサルタントの契約書にはサイン後に JICA の同意が必要である。

(5) 設計業務

コンサルタントが SABESP の既往設計成果をレビューするとともに、工事の仕様書を作成する。設計業務の期間は10カ月、そのうち2021年に行われている水道施設の詳細設計レビューは6ヶ月で完了すると想定する。

(6) 事前資格審査(PQ)

SABESP とコンサルタントは事前資格審査 (PQ) 図書を作成する。また、申請者の提出した書類を評価する。PQ 図書、PQ 評価結果にはそれぞれ JICA の同意が必要である。表 14.13 に示すように、PQ には公示から審査結果への JICA 同意までに5ヶ月間を想定する。PQ の手続きは設計および入札図書作成と並行して行い、二件ともに、入札図書に対する JICA の同意が得られるまでに終了させる。

表14.13 事前資格審査(PQ)の想定所要期間

手続き	対象となる PQ/入札	想定する期間	
		事前資格審査 (PQ)	PQ-1、PQ-2
		評価	2ヶ月
		評価結果に対する JICA 同意	1ヶ月
		計	5ヶ月

出典：調査団作成

(7) 入札

1) 手順

SABESP とコンサルタントは入札図書を作成する。また、応札者が提出した技術札と価格札をそれぞれ評価する。入札図書、技術評価結果、価格評価結果にはそれぞれ JICA の同意が必要である。

2) 期間

入札の公示から価格評価結果に対する JICA 同意までに、表 14.14 に示すように、設計施工一括方式を適用した契約パッケージの入札では 8 カ月、設計施工分離方式を適用した契約パッケージの入札では 6 ヶ月を想定する。

表14.14 入札の想定所要期間

手続き		対象となる PQ/入札	想定する期間	
入札	設計施工一括方式の契約パッケージ	入札-1～入札-4 (下水道施設)	入札公示、業者による入札業務	3ヶ月
			技術評価	2ヶ月
			技術評価結果に対する JICA 同意	1ヶ月
			価格評価	1ヶ月
			価格評価結果に対する JICA 同意	1ヶ月
			計	8ヶ月
	設計施工分離方式の契約パッケージ	入札-5 (水道施設)	入札公示、業者による入札業務	2ヶ月
			技術評価	1ヶ月
			技術評価結果に対する JICA 同意	1ヶ月
			価格評価	1ヶ月
価格評価結果に対する JICA 同意			1ヶ月	
計	6ヶ月			

出典：調査団作成

3) 実施順序

入札は、業務が過度に一時期に集中することを避けるため、各入札公示のあいだにある程度の間隔を空けることが望ましい。本調査では、入札間の間隔を 2 ヶ月と設定する。また、入札の順序は表 14.15 に示す順とすることを提案する。提案する入札順序は理由の理由による。

- 入札-5 の対象である CP7 は現在 SABESP が詳細設計を行っている。現地の最新の状況を踏まえた設計であることからコンサルタントによるレビュー業務も比較的短期間に行え、適用する標準入札書類も最も簡易な「土木」であることから、他の契約パッケージに先立って発注できる。また、工事の優先度も高い。
- 下水道工事を対象とする入札は、契約期間が長く工事の優先度も高い契約パッケージを含む入札を優先する。そのため入札-3、続いて入札-1 を行った後に入札-2、入札-4 を行う。

表14.15 各契約パッケージの工期と入札の順序

パッケージ		ロット	ロット 工事期間	契約 期間*1	優先度 *2	入札	入札 実施 順序		
CP1	北部の下水道施設 (ベルチオガ市)	ロット1: Vista Linda 下水処理場の拡張	19ヶ月	39ヶ月	高	入札 -1	3		
		ロット2: Centro 下水処理場の拡張	19ヶ月						
		ロット3: Cost do Sol 地区の下水処理施設の整備	27ヶ月						
CP2	中部の下水道施設 (グアルジャ市及びクバトン市)	ロット1: Vicente de Carvalho 下水処理場の拡張	12ヶ月	28ヶ月	高	入札 -2	4		
		ロット2: Casquero 下水処理場の拡張	16ヶ月						
CP3	南部の下水道施設 -1 (モンガグア市)	ロット1: Bichoro 下水処理場の拡張	10ヶ月	35ヶ月	中			入札 -3	2
CP4	南部の下水道施設 -2 (イタニャエン市 Anchieta 処理区)	ロット2: Barigui 下水処理場の拡張	23ヶ月						
		ロット1: Anchieta 下水処理場の拡張	19ヶ月	46ヶ月	高				
CP5	南部の下水道施設 -3 (イタニャエン市 Guapiranga 処理区)	ロット2: Anchieta 処理区の下水収集施設の整備	34ヶ月						
		ロット1: Guapiranga 下水処理場の拡張	19ヶ月	54ヶ月	高				
CP6	南部の下水道施設 -4 (ペルイベ市 P1 処理区および P2 処理区)	ロット2: Guapiranga 処理区の下水収集施設の整備	42ヶ月						
		ロット1: P1 下水処理場の拡張	23ヶ月	35ヶ月	中	入札 -4	5		
		ロット2: P2 下水処理場の拡張	22ヶ月						
ロット3: P2 処理区の下水収集施設の整備	23ヶ月								
CP7	南部の送配水施設の 拡張・増強 (ペルイベ市及びプライア・グランデ市)	ロット1: ペルイベの配水拡張本管の布設	24ヶ月	36ヶ月	高	入札 -5	1		
		ロット2: プライア・グランデの送配水施設の整備 (送配水管)	24ヶ月						
		ロット3: Boqueroa 配水池・ポンプ場の整備	19ヶ月						

*1: 契約期間は工事期間に12ヶ月の瑕疵担保期間を加えたもの

*2: 本章 14.3.3 節参照

出典: 調査団作成

(8) 契約交渉

SABESP とコンサルタントは、各契約パッケージの施工業者と契約交渉を行う。サイン済みの契約書に JICA の同意が必要である。契約交渉は、価格評価結果への JICA 同意からサイン済み契約書への JICA 同意までに3ヶ月を想定する。また、契約締結後、工事着手までに履行保証の提出と前渡金の支払いで2ヶ月の期間を想定する。

(9) 施工

各パッケージの施工業者が SABESP との契約にもとづいて工事を行う。施設引き渡し後の12ヶ月間は瑕疵担保期間である。

14.6 財務計画

14.6.1 想定される円借款供与条件と供与対象

本事業は円借款資金により実施されることが期待されている。円借款の借入機関は SABESP であり、サンパウロ州政府の財務局（Secretaria da Fazenda e Planejamento）が政府保証を付す予定である。

ブラジル国に対する円借款は「中進国以上」の条件が適用される見込みであり⁵、下水道の整備が行われる本事業には通常より金利の低い「優先条件」が適用される。中進国での優先条件には表 14.16 に示す変動金利と固定金利それぞれに複数のオプションがある。また、実施機関が希望する場合、JICA はドル建て円借款も検討可能である⁶。

全体事業費は表 14.16 に示すように円借款の融資対象となり得る融資適格項目と、円借款の融資対象となり得ない融資非適格項目に分けられる。また、中進国のブラジル国に対しては融資適格項目の費用に対して 85%まで融資可能である。

本事業に係る円借款供与条件および融資対象となる費目については、州政府、SABESP の協議を経て JICA が検討し、最終的に日本政府の承認をもって決定される。なお、本調査の段階では SABESP は固定金利のオプション 1 を希望しているが、審査時にドル建て円借款の適用についても JICA と議論したいとの意向である。

表14.16 中進国以上向けの円借款供与条件

適用金利*1	基準/オプション	金利*2	償還期間	うち据置期間
変動金利	長期オプション	TORF + 110bp	40年	10年
	基準	TORF + 90bp	30年	10年
	オプション1	TORF + 80bp	25年	7年
	オプション2	TORF + 70bp	20年	6年
	オプション3	TORF + 60bp	15年	5年
固定金利	基準	1.20%	30年	10年
	オプション1	1.05%	25年	7年
	オプション2	0.85%	20年	6年
	オプション3	0.65%	15年	5年

*1: 中進国以上は固定金利も選択可能であるが、原則変動金利を適用するものとする

*2: TORF(6か月物)部分のみ変動し、スプレッドは固定する Fixed Spread Loan を適用。変動金利の下限金利は 0.1%とする

出典: 円借款供与条件表 (https://www.jica.go.jp/english/our_work/types_of_assistance/oda_loans/standard/index.html) の「優先条件」

表14.17 円借款適格項目と非適格項目

適格項目 (円借款の融資対象となり得る項目)	非適格項目 (円借款の融資対象となり得ない項目)
<ul style="list-style-type: none"> - 建設費 (物価上昇分含む) - コンサルティング・サービス費 (物価上昇分含む) - 建中金利* 	<ul style="list-style-type: none"> - 用地取得費 - 政府管理費 (SONES が事業を管理するために要する費用等) - VAT 及び関税

*: 建中金利は事業によっては円借款の対象とならない場合がある。

出典: JICA 調査団

⁵ 2021年度 円借款対象国所得階層別分類

⁶ ドル建て円借款の供与条件については Libor の廃止に伴っての改定中である

14.6.2 事業費用と資金計画

(1) 事業費用の算出条件

事業費用と資金計画は12章で算出した工事費、SABESPが希望する固定金利のオプション1の供与条件、及び表14.18に示す条件で算出した。

表14.18 概略事業費の算出条件

項目	条件
1) 基準年	2021年10月
2) 為替レート	1RS = 113.1円
3) 物価上昇	FC: 1.86%、LC: 0.00%
4) 物理的予備費	建設工事: 5.0%、コンサルティングサービス: 5.0%
5) 税率	VAT: 18.0%、関税: 5.0%、その他: 5.0%
6) 先方管理費*	工事費の4%および用地取得費
7) 建中金利	建設工事: 0.30%、コンサルティングサービス: 0.30%
8) フロントエンドフィー	借款対象額に対して0.2%

*: 先方管理費は工事費の5%が標準であるが、本事業は工事費が大きいため4%とした

出典: 調査団作成

(2) 概略事業費の算定

本事業の概略事業費について、表12.8に示す。

表14.19 概略事業費

項目	外貨 (百万円)	内貨 (百万リアル)	合計 (百万円)
A. 融資適格項目			
1) 調達/建設工事	126	1,015	20,860
CP1: 北部の下水道施設 (ベルチオガ市)	15	127	2,617
CP2: 中部の下水道施設 (グアルジャ市及びクバトン市)	14	100	2,055
CP3: 南部の下水道施設-1 (モンガグア市)	14	59	1,224
CP4: 南部の下水道施設-2 (イタニャエン市 Anchieta 処理区)	18	153	3,135
CP5: 南部の下水道施設-3 (イタニャエン市 Guapiranga 処理区)	21	269	5,519
CP6: 南部の下水道施設-4 (ペルイベ市 P2 処理区)	14	172	3,516
CP7: 上水道施設 (プライア・グランデ市、ペルイベ市)	14	87	1,790
物価上昇費	11	0	11
物理的予備費	6	48	993
2) コンサルタントサービス	910	114	3,246
ベースコスト	807	109	3,032
物価上昇費	60	0	60
物理的予備費	43	5	155
B. 融資非適格項目			
a) 調達/建設工事	22	179	3,681
CP1: 北部の下水道施設 (ベルチオガ市)	3	22	462
CP2: 中部の下水道施設 (グアルジャ市及びクバトン市)	2	18	363
CP3: 南部の下水道施設-1 (モンガグア市)	2	10	216
CP4: 南部の下水道施設-2 (イタニャエン市 Anchieta 処理区)	3	27	553
CP5: 南部の下水道施設-3 (イタニャエン市 Guapiranga 処理区)	4	48	974
CP6: 南部の下水道施設-4 (ペルイベ市 P2 処理区)	2	30	621
CP7: 上水道施設 (プライア・グランデ市、ペルイベ市)	2	15	316
物価上昇費	2	0	2
物理的予備費	1	9	175
b) 用地取得費	0	0	0
ベースコスト	0	0	0
物価上昇費	0	0	0
物理的予備費	0	0	0
c) 政府管理費	0	54	1,111
d) VAT	0	245	5,002
e) 関税	0	71	1,442
合計 (A)+B)	1,058	1,679	35,343

項目	外貨 (百万円)	内貨 (百万リアル)	合計 (百万円)
C. 建中金利	286	0	286
建中金利 (建設工事)	236	0	236
建中金利 (コンサルティングサービス)	49	0	49
D. フロントエンドフィー	49	0	49
総事業費 (A)+B)+C)+D))	1,393	1,679	35,677
E. JICA 融資額(A)	1,370	1,130	24,441
F. 先方自己資金(B)	22	549	11,237

出典：調査団作成

表14.20 年度別資金計画費

年	合計 (百万円)	円借款 (百万円)	先方自己資金 (百万円)
2021	0	0	0
2022	49	49	0
2023	1,225	954	271
2024	704	518	186
2025	8,311	5,666	2,645
2026	11,713	7,943	3,770
2027	10,423	7,057	3,366
2028	3,148	2,157	992
2029	105	98	7
合計	35,677	24,441	11,237

出典：調査団作成

事業総額は現時点の為替レートで約 16 億リアルであり、そのうち円借款対象額は 11 億リアルである。円借款の償還期間は 15～40 年で設定されており、年間おおよそ 3 千から 8 千万リアル程度の返済が求められる。借入返済に関し、SABESP の 2020 年末の借入額は合計 173 億リアルであり、2022 年以降 5 年間の予定返済額は 12～15 億リアル/年となっている（表 3.14、表 3.15 参照）。本事業の借入額 11 億リアルは、現在の債務残高の約 6% である。償却期間の設定にもよるが、想定される返済金額（3 千から 8 千万リアル）は今後 5 年間の予定返済額と比べると、2～7% 程度の割合である。このため本事業実施が SABESP 全体の業務に与えるインパクトは限定的であり、安定した返済が実施できると期待される。事業実施に際しては、実施部署 BT が中心となり、SABESP 社内の予算準備と将来計画への反映等を遅延なく実施する必要がある。

第15章 経済・財務分析

本章では、事業を実施する場合（With Project）と事業を実施しない場合（Without Project）の費用と収入、経済的便益を比較し、事業実施の財務的妥当性と経済的妥当性を評価した。

15.1 経済・財務分析の前提条件

15.1.1 分析の前提条件

表 15.1 に経済分析、財務分析の前提条件を示す。評価期間は建設にかかる 8 年と維持管理期間 30 年間とした。物価レベル、為替レートは調査実施期間中の 2021 年 9 月時点の数値を用いた。また、表中に示すように割引率、標準変換係数はブラジル国のガイドラインを参照した。

表 15.1 経済財務分析の前提条件

項目	前提	情報源、注釈
評価期間	2023 年～2060 年	建設期間 8 年 + 運営期間 30 年
物価レベル	2021 年 9 月時点	
物理的予備費	5.0%	
割引率	8.5%	経済省テクニカルノート（Nota Técnica SEI nº 19911/2020/ME, Ministério da Economia, 2020）
加重平均資本コスト（WACC）	8.2%	SABESP の 3 回目の料金改定のための WACC 決定書（Determinação do custo médio ponderado de capital (WACC) para o processo da 3ª revisão tarifária ordinária da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, ARSESP 2020 年 7 月）
標準変換係数（SCF）	人件費 熟練工 0.74583、非熟練工 0.7371 貿易財 0.952、非貿易財 0.953	- 労働のシャドウプライス（Preço Sombra da Mão de Obra no Brasil, PNPDIPEA, 2021） - 2 分野の変換係数計算（Estimação Dos Fatores De Conversão Setoriais, PNPDIPEA, 2021.）

出典：JICA 調査団

15.1.2 事業のスコープ分け

審査等における円借款対象事業の選定や優先度に係る協議に資するため、上水道は配水エリア、下水道は処理区（処理場とその流域の管路）を単位とした分析を行った。また下水道と上水道、接続配管有無等の事業の性格により事業をスコープ分けし、計上する収入と経済便益を表 15.2 のとおり設定した。

財務収入は、現状と比べて SABESP の収入を直接的に増加させるスコープに対してのみに計上される。具体的には、本事業では上水道または下水道の新規配管投資があるスコープ 1、3、4 で計上した。一方、もともと下水接続があり、下水処理場の拡張や施設更新を行うスコープ 2 は、収入額の変化がないため財務分析では追加的収入が発生せず、財務収入として計上していない。

経済便益は、表 15.2 に示す定量化された便益を計上した（便益の詳細説明は 15.3 節を参照）。下水道サービスの改善便益は下水道事業のスコープ 1 m、2、3 に共通して計上した。また下水接続を含むスコープ 1、3 は、衛生環境の改善や生活環境の改善が期待でき、医療費削減や観光産業の収入増加などの便益を計上した。上水道事業であるスコープ 4 は、上水道サービスの改善便益を計上した。

表15.2 計上する収入と便益のまとめ

スコープ	施設	対象地区	財務収入	経済便益
1	下水収集施設拡張、下水処理場拡張	(8)イタニャエン市 Anchieta, (9)イタニャエン市 Guapiranga (11)ペルイベ市 ETE2	下水道料金	①下水道サービスの改善 (WTP、ATP) ②腐敗槽清掃費用削減 ③水因性疾患の医療費削減 ④家屋価値の上昇便益 ⑤観光産業の収入増加
2	下水処理場拡張	(1) ベルチオガ市 Vista Linda (3) ベルチオガ市 Centro (5) クバトン市 Casquero (4) グアルジャ市 Carvalho (6) モンガグア市 Bichoro (7) モンガグア市 Barigui (10) ペルイベ市 P1	なし (現状と差が生じないため)	①下水道サービスの改善 (WTP、ATP) ⑤観光産業の収入増加
3	下水収集施設拡張	(2)ベルチオガ市 Costa do Sol	下水道料金	①下水道サービスの改善 (WTP、ATP) ②腐敗槽清掃費用削減 ③水因性疾患の医療費削減 ④家屋価値の上昇便益 ⑤観光産業の収入増加
4	送配水施設	(12,13) プライア・グランデ市 (14) ペルイベ市	水道料金	⑥上水道サービスの改善

出典：調査団作成

15.2 財務分析

事業実施により評価期間中に追加的に生じる費用（建設費、O&M費、更新費）と、追加的に発生する収入（上下水道料金）を試算し、財務収益性を評価した。

15.2.1 財務費用

業務実施に関する、年毎の財務費用（初期投資費用および維持管理費用）を表15.3に示す。維持管理費は定期的な更新費を含んだ金額であり、各施設の運用が開始される年（2026～28年）に1/2、それ以降は年当り費用が発生する想定とした。事業の財務的妥当性を示す財務分析を行うため、12章で示された積算金額から、移転費用である物価上昇と税金の費用は排除した。なお、コンサルタント費用や管理費用は各スコープの工事費で按分して計上した。

表15.3 スコープ別の財務費用（初期建設費・年間維持管理費）（1,000レアル）

No.	市、処理/配水区	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	合計	維持管理費
1	ベルチオガ市, Vista Linda	0	8,047	9,656	11,265	3,219	32,187	1,310
2	ベルチオガ市, 管路	0	31,342	37,610	43,879	12,537	125,368	478
3	ベルチオガ市, Centro	0	7,189	8,627	10,065	2,876	28,757	1,627
4	グアルジャ市, Carvalho	0	19,223	33,640	33,640	9,611	96,114	2,089
5	クバトン市, Casqueiro	0	10,044	17,578	17,578	5,022	50,221	1,728
6	モンガグア市, Bichoro	0	3,652	6,391	6,391	1,826	18,261	363
7	モンガグア市, Barigui	0	13,777	24,109	24,109	6,888	68,883	2,530
8	イタニャエン市, Anchieta	0	55,800	78,120	66,960	22,320	223,199	3,060
9	イタニャエン市, Guapiranga	0	98,230	137,522	117,876	39,292	392,921	4,011
10	ペルイベ市, P1	0	12,518	29,209	33,382	8,346	83,456	1,406
11	ペルイベ市, P2	0	25,036	58,418	66,764	16,691	166,909	1,926
12	プライア・グランデ市, 配水池	6,235	24,941	24,941	6,235	0	62,351	784
13	プライア・グランデ市, 管路	2,000	8,000	8,000	2,000	0	19,999	110
14	ペルイベ市, 管路	4,507	18,027	18,027	4,507	0	45,067	147
	合計	12,742	335,826	491,848	444,651	128,628	1,413,694	21,569

出典：調査団作成

15.2.2 財務収入

事業実施により追加的に発生する SABESP の収入を以下の数式で算出した。SABESP のサービス地域では、上下水道料金のどちらも、上水道の使用水量に従って徴収される。このため、下水道の事業対象でも、追加的な下水処理水量を上水道利用量に変換し、それに下水道の平均料金を乗じて算出した。評価期間における追加的な上水量の予測値を添付資料 15.1、図 15.1 に示す。

上水事業：「追加財務収入」＝「裨益家庭で増加した上水道使用量」×「各市の平均上水道料金」

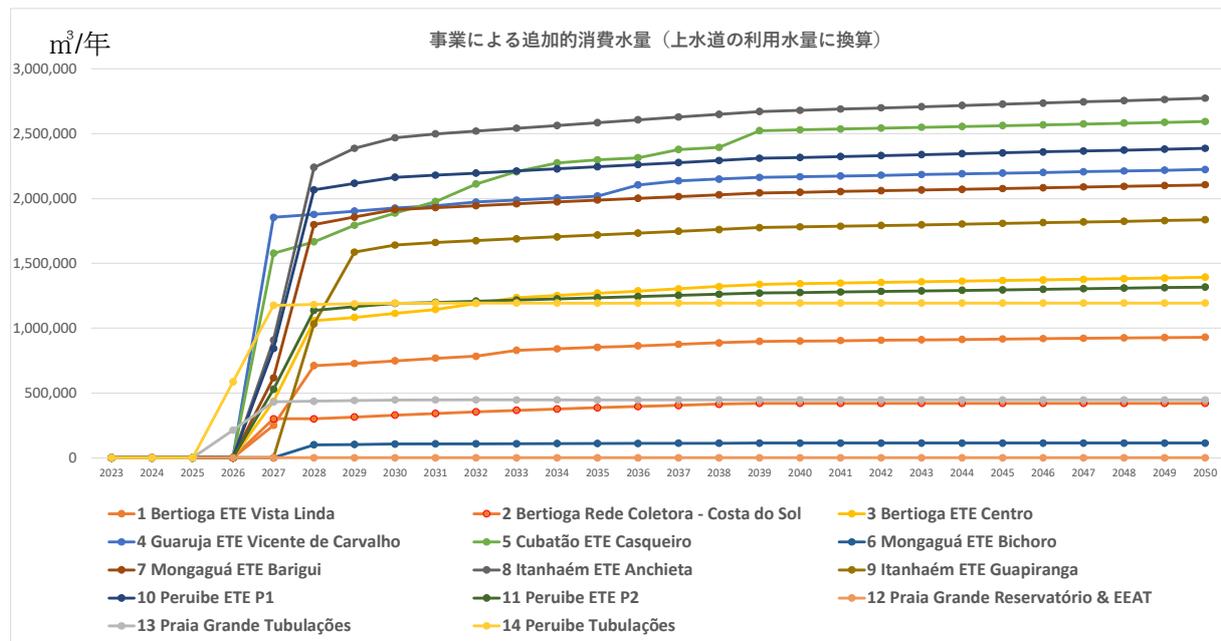
下水事業：「追加財務収入」＝「裨益家庭で増加した上水道使用量」×「各市の平均下水道料金」

下水道コンポーネントによる追加水量のうち、下水処理場の拡張による水量は拡張施設が処理

する下水量の将来予測値¹を水道消費量に換算²したものである。さらに、既存施設の改善（更新・修繕）による水量は、本事業が処理能力の維持または回復に寄与する度合いを試算し、その寄与率（パーセンテージ）³を既存施設の予測処理水量に乗じたうえで水道消費量に換算して求めた。

下水収集施設の拡張による追加的水量は本事業での施設整備エリアにおける世帯数、接続率、世帯あたり消費水量から算定した⁴。

水道コンポーネントによる追加水量については、本事業では浄水場や新規接続を建設しないことから直接的な追加的消費水量の算出は困難である。本調査では、送配水施設の増強による給水の安定化で断水時間が削減され、その削減された断水時間数に比例して消費量が増えると想定し追加的水量を計算した。即ち、ペルイベ市については2本の配水本管の敷設により既存配水施設の負荷が軽減され同市全体で断水時間が削減されると想定した。また、プライア・グランデ市のBoqueroa配水区については、新たな配水池・ポンプ場を通じての配水とすることで同配水区の断水時間が削減されると想定した（15.3.2.(6)でより詳しく説明）。現状の断水時間は水道事業の指標を管理する保健省のSUS（統一保険システム：Sistema Único de Saúde）データより引用した。



出典：調査団作成

図15.1 事業による追加的消費水量を予測(m³/年)

表 15.4 に収入予測に用いた上下水道料金、追加的な消費水量、追加収入を示す。各市の平均料金は、表 3.22 に示した 2019 年の料金を利用した。計算に用いた使用水量と収入額は、2049 年まで試算し、それ以降は一定とした。下水道施設の規模が 2039 年の水需要量で計画されおり、下表に 2039 年時点の水量と収入額を示す。

¹ 拡張施設による下水処理量予測は 16 章表 16.4 参照

² 消費水量から下水量を推定するときに使用する汚水発生率（80%）で割り戻して換算

³ 既存施設改善工事の全下水処理能力への寄与率は 16 章表 16.6 参照

⁴ 下水収集施設の拡張による追加的汚水収集量は 16 章表 16.5 参照

表15.4 本事業の実施による追加的な収入額

No.	市、処理/配水区	平均上水料金(レアル/m ³)	平均下水料金(レアル/m ³)	2039年の上水使用量-処理場 (m ³ /年)	2039年の上水使用量-新規接続 (m ³ /年)	2039年の追加収入 (1000レアル/年)
1	ベルチオガ市, Vista Linda	-	3.61	898,487	0	(追加なし) 0
2	ベルチオガ市, 管路	-	3.61	419,926	303,758	1,097
3	ベルチオガ市, Centro	-	3.61	1,338,073	0	(追加なし) 0
4	グアルジャ市, Carvalho	-	3.68	2,162,866	0	(追加なし) 0
5	クバトン市, Casqueiro	-	3.63	2,523,373	0	(追加なし) 0
6	モンガグア市, Bichoro	-	3.23	113,669	0	(追加なし) 0
7	モンガグア市, Barigui	-	3.23	2,042,873	0	(追加なし) 0
8	イタニャエン市, Anchieta	-	3.60	2,671,346	553,553	1,993
9	イタニャエン市, Guapiranga	-	3.60	1,775,626	1,040,533	3,746
10	ペルイベ市, P1	-	3.44	2,310,206	0	(追加なし) 0
11	ペルイベ市, P2	-	3.44	1,270,887	157,273	541
12	プライア・グランデ市, 配水池	3.23	-	0	0	0
13	プライア・グランデ市, 管路	3.23	-	446,472	446,472	1,442
14	ペルイベ市, 管路	3.44	-	1,193,629	1,193,629	4,106
	合計			19,167,433	19,167,433	27,445

出典：調査団作成

15.2.3 財務分析の結果

事業実施により追加的に発生した収入と費用をもとに財務分析を実施し、表 15.5 に示す結果が得られた。財務分析の計算書は添付資料 15.2 に示す。事業費用と比較し料金収入は少なく、全体および 12 の個別スコープで FIRR がマイナスとなり算出できなかった。B/C は事業全体で 0.11 であり、スコープ別は 0.00 から 1.36 となった。財務的純現在価値 (FNPV) は全体で -10.79 億レアルとなった。全体の FIRR は、基準となる SABESP の WACC⁵ (8.2%) よりも低いため、本事業の収支だけでは事業は財務的に成り立たないことが判明した。

これらの結果より、本事業の財務収益性は低く、財務的に安定して事業を実施するためには、水道料金や他地域からのクロスサブシディ (分野を跨ぐ補助金) が必須である。B/C の値から、通常の料金収入では費用の 11%しか確保できておらず、残りの 89%、現在価値で 10.79 億レアル分はクロスサブシディで賄う必要がある。現在価値 10.79 億レアルを、毎年一定の支払額に換算すると、38 年間の評価期間中、9,320 万レアル/年の支払となる (将来価値は減額、物価上昇は考慮せず)。表 3.17 に示したとおり、SABESP の 2020 年の上下水道業務の収入額は 152 億レアルであるため、毎年のクロスサブシディ額 (9,320 万レアル) はその 0.61%にあたり、事業全体へ与える影響は小さい。従い、SABESP にとっては実施可能な事業規模と言えるが、業務実施にあたっては、SABESP が長期に渡り、着実に事業を支援する方針を確認する必要がある。

⁵ WACC (加重平均資本コスト) は企業の資金調達に伴う平均的なコストを表す

なお、元来、下水道事業は上水道事業よりもコストがかかるものであり、既に概ね100%の接続率が達成されている上水道事業に比べ、拡張期にあたる SABESP の下水道事業はよりコストのかかる状況にある。したがって、上下水道が同一の料金である SABESP において、上水道から下水道へのクロスサブシディは、下水道事業により衛生環境の改善を図る上で必須である。

表15.5 財務分析結果

No.	市、処理/配水区	FIRR	B/C	財務的準現在価値* (FNPV) (1000 レアル)
1	ベルチオガ市, Vista Linda 下水処理場・処理区	n.a.	0.00	-32,973
2	ベルチオガ市, Costa do Sol 地区	n.a.	0.12	-85,338
3	ベルチオガ市, Centro 下水処理場	n.a.	0.00	-32,935
4	グアルジャ市, Carvalho 下水処理場	n.a.	0.00	-85,705
5	クバトン市, Casqueiro 下水処理場	n.a.	0.00	-50,057
6	モンガグア市, Bichoro 下水処理場	n.a.	0.00	-15,758
7	モンガグア市, Barigui 下水処理場	n.a.	0.00	-68,277
8	イタニャエン市, Anchieta 下水処理場	n.a.	0.10	-169,202
9	イタニャエン市, Guapiranga 下水処理場	n.a.	0.10	-284,799
10	ペルイベ市, P1 下水処理場	n.a.	0.00	-69,609
11	ペルイベ市, P2 下水処理場・処理区	n.a.	0.04	-128,543
12	プライア・グランデ市, 配水池・配水池	n.a.	0.00	-52,896
13	プライア・グランデ市, 送配水管	5.7%	1.05	-3,588
14	ペルイベ市, 配水本管	8.2%	1.36	124
	合計	n.a.	0.11	-1,079,375

*現在価値は割引率 8.2%(SABESP の WACC) で計算
出典: 調査団作成

15.3 経済分析

経済分析は、事業実施により評価期間中に発生する経済便益と経済費用を算出し、事業の経済的妥当性を評価する。

15.3.1 経済費用

業務実施に関する、年毎の経済費用（初期投資費用および維持管理費用）を表 15.6 に示す。経済費用は、表 15.3 に示した財務費用に、標準変換係数を乗じて求めた。表 15.1 に示したとおり、各費用（貿易財/非貿易財、熟練工/非熟練工）の変換係数が算出されており、本事業では外貨分を貿易財、内貨分は非貿易財としそのうち 4 割を人件費（2 割熟練工、2 割非熟練工）が占めると想定し、標準変換係数（SCF）0.878 を算出した。なお経済費用の金額から、移転費用である物価上昇と税金の費用は排除した。また財務費用と同じく、コンサルタント費用や管理費用は各コープの工事費で案分して計上した。

表15.6 スコープ別の経済費用(初期建設費・年間維持管理費)(1,000レアル)

No.	市、処理/配水区	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	合計	維持管理費
1	ベルチオガ市, Vista Linda	0	7,009	8,410	9,812	2,803	28,035	1,137
2	ベルチオガ市, 管路	0	27,299	32,759	38,219	10,920	109,196	415
3	ベルチオガ市, Centro	0	6,262	7,514	8,767	2,505	25,047	1,412
4	グアルジャ市, Carvalho	0	16,744	29,303	29,303	8,372	83,722	1,813
5	クバトン市, Casqueiro	0	8,749	15,311	15,311	4,375	43,747	1,500
6	モンガグア市, Bichoro	0	3,183	5,570	5,570	1,591	15,914	315
7	モンガグア市, Barigui	0	12,006	21,010	21,010	6,003	60,029	2,196
8	イタニャエン市, Anchieta	0	48,602	68,043	58,322	19,441	194,407	2,656
9	イタニャエン市, Guapiranga	0	85,543	119,760	102,652	34,217	342,172	3,482
10	ペルイベ市, P1	0	10,902	25,437	29,071	7,268	72,677	1,220
11	ペルイベ市, P2	0	21,803	50,873	58,141	14,535	145,352	1,672
12	プライア・グランデ市, 配水池	5,432	21,728	21,728	5,432	0	54,319	681
13	プライア・グランデ市, 管路	1,742	6,969	6,969	1,742	0	17,423	95
14	ペルイベ市, 管路	3,926	15,704	15,704	3,926	0	39,261	128
	合計	11,100	292,502	428,392	387,277	112,030	1,231,301	18,722

出典: 調査団作成

15.3.2 経済便益

定量化した経済便益は以下のとおりである。各便益の想定と計算方法の詳細を以下に説明する。各便益の計算書を添付資料 15.3 に示す。

- (1) 下水道サービスの改善（下水の悪臭なし、周辺水域の水質向上）
- (2) 腐敗槽清掃費用削減
- (3) 水因性疾患の医療費削減
- (4) 家屋価値の上昇便益
- (5) 観光産業の収入増加
- (6) 上水道サービスの改善（断水なし、良好な水質・水圧確保）

(1) 下水道サービスの改善(支払意思額 WTP および支払可能額 ATP)

本事業により、下水道サービスが改善した場合の便益を、JICA の IRR（内部収益率）算出マニュアル（2017年）に従って、支払意思額と支払可能額を用いて計算した。計算方法は以下のとおりである。

下水道サービスの改善便益：

- ① 「下水道サービス向上の支払意思額（WTP）」 x 「追加的な上水使用量」
- ② 「下水道サービスへの支払可能額（ATP）」 x 「追加的な上水使用量」

利用者の支払意思額（WTP: Willingness to Pay）は、本調査で実施した社会調査の結果より算出

した。表 3.26 のとおり、下水対象地域回答者の 12.2%が、サービスが改善した場合に追加的な下水道料金支払いが可能と答え、また平均値上げ幅は 9.1%であった。これらの数値より、全体として既存料金と比べて 1.1%の上乗せとの結果となった。支払意思額は既存料金と比べてほとんど変わらない結果となったが、上下水道料金が収入と比べて高く設定されている国では、料金水準と支払意思額が近似しやすいことが知られており、ブラジル国の下水道料金はフルコストリカバリーが基本となっていることを考慮すると、妥当な結果と考えられる。各市の平均下水料金 (2019年) は表 3.17 に示したとおりであり、これに 101.1%を乗じ、支払可能額は表 15.7 に示す金額となった。

マニュアルに従い、支払意思額に加え、支払可能額 (ATP : Affordability to Pay) も計算した。マニュアルの記載では、上水道と下水道の支払可能額はそれぞれ可処分所得の 4.0%、2.0%と規定されている。SABESP の事業対象地域では上下水道料金が同一となっていることから、上水道と下水道の支払可能額は同一とし、上水道、下水道でそれぞれ 3.0%、3.0%と想定した。なお可処分所得はデータが入手できなかったため、代替として社会調査で得られた平均月収 (表 2.14、世帯あたり) の 3.0%を下水道の月当たりの支払可能額とした。またこの金額と各市の平均使用量 (社会調査結果を参照) から、支払可能額 (リアル/m³) を算出した。支払意思額と支払可能額を表 15.7 に示す。

表15.7 下水道事業への支払意思額と支払可能額

No.	市	平均下水道料金 (リアル/m ³)	支払意思額 (リアル/ m ³)	平均月収 (リアル/ 月)	平均使用量 (m ³ /月)	支払可能額 (リアル/ m ³)
1,3	ベルチオガ市 (下水)	3.61	3.65	3,238	14.4	6.75
2	ベルチオガ市 (下水)	3.61	3.65	3,963	15.2	7.82
4	グアルジャ市 (下水)	3.68	3.72	2,784	13.6	6.14
5	クバトン市 (下水)	3.63	3.67	3,006	15.0*	6.01
6,7	モンガグア市 (下水)	3.23	3.27	2,819	8.8	9.61
8,9	イタニャエン市 (下水)	3.60	3.64	2,312	10.85	6.39
10,11	ペレイベ市 (下水)	3.44	3.48	2,876	12.3	7.01

* 社会調査によるクバトン市の平均使用量は 27.3 m³/月だったが、大消費者を含んでいたため、より家庭利用者の実態使用量に近い中央値 15.0 m³/月を用いた。

出典：調査団作成

(2) 腐敗槽清掃費用削減

社会調査によると、SABESPの下水道サービスに接続していない家庭の90.0～97.8%が腐敗槽を利用している（表2.15参照）。事業実施により下水接続された地域は、今後腐敗槽の清掃費用が不要となるため、この費用を年あたり便益として、評価期間中に計上した。腐敗槽の清掃費用と頻度は社会調査の結果を参照した。

腐敗槽清掃費用減の便益（リアル/年）＝「清掃費用（リアル/回）」x「年間清掃回数（回/年）」

「清掃費用」：548 レアル/回（社会調査より、2.4.2(2)参照）

「年間清掃回数」：0.43 回/年⁷（社会調査）

(3) 水因性疾患の医療費削減

社会調査により、過去の水因性疾患の発生頻度、および治療費用を確認した。事業実施により下水接続された地域は、今後水因性疾患が一定程度削減できると期待できるため、これを便益として計上した。削減できる疾患の割合は、現状の50%と想定した。

水因性疾患の医療費減の便益（リアル/年）＝「平均治療費（リアル/回）」x「水因性疾患の発生頻度（回/年）」x「事業実施で削減できる割合（50%）」

「平均治療費（リアル/回）」：77.7 レアル/回（社会調査）

「水因性疾患の発生頻度（%/2年）」：13.5%/2年（バルチオガ市、管路）、17.0%/2年（イタニャエン市、Anchieta）、21.0%/2年（イタニャエン市、Guapiranga）、10.5%/2年（ペルイベ市、P2）、（社会調査、表9.3参照）

(4) 家屋価値の上昇便益

下水道が接続されると、家屋の資産価値増加が見込まれるため、これを便益として計上した。

下水道の経済的効果を研究した、市民団体 Trata Brasil のレポート（2018）⁸によると、下水道接続の有無による家賃の差が統計的に調査されており、家屋価値にも同じ差分が生じると想定した⁹。また建設期間終了の翌年である2031年に価値が上昇すると想定し、便益を計上した。

家屋の価格上昇便益（リアル）＝「家屋の平均面積（㎡）」x「家屋の平均建設単価（リアル/㎡）」x「平均経年劣化率（%）」x「下水接続有無による家賃の差異（%）」x「裨益家屋数」

「家屋の平均面積」：80.5 ㎡（販売中古物件の面積を加重平均して算出、50 ㎡以下 20.0%、51-100 ㎡ 63.3%、100-200 ㎡ 16.7%、バイシャーダ・サンティスタ地域 91 不動産会社への調査、2021年9月、サンパウロ州不動産仲買人評議会(CreciSP)）

「家屋の平均建設単価」：1,733.66 レアル/㎡（州の基本家屋単価、サンパウロ州土木建設産業

⁷ 社会調査の回答を数値化して平均値を計算（シーズンごと：2回/年と想定、年1回：1回/年、何度か：0.33回/年、過去1回：0.2回/年）

⁸ 下水道拡張の経済インパクト・社会便益、Trata Brasil（2018）

⁹ 物件価値を計算する収益還元法では、物件価値は家賃に比例する。物件価格は建物価格と土地価格が含まれるが、データが入手できた建物価格を計上した。

組合、2021年)

「平均経年劣化率」：50%（平均築年数：耐用年数の50%、家屋価値が築年数に併せて減少すると想定）

「下水接続有無による家賃の差異」：19.6%（下水が無い地域の家賃/下水が有る地域の家賃＝83.6%、出展：下水道拡張の経済インパクト・社会便益、Trata Brasil、2018）

「裨益家屋数」：添付資料 15.1 に示す。追加水量と家屋毎の平均利用量より算出

(5) 観光業の雇用増加便益

事業対象地であるバイシャード・サンティスタ地域はビーチ沿いの観光地であり、事業が実施されると公共水域の水質も向上し、観光業の収入が増えることが期待される。ブラジル国の調査資料より、下水道整備と観光業従事者の数の関係性が調査されており、それによって求めた給与額の増加分を事業による便益として2029年以降に毎年計上した。

$$\begin{aligned} \text{観光業の雇用増加便益（リアル/年）} &= \text{「現在の観光業従事者の給与額（リアル/年）」} \\ &\quad \times \text{「下水道接続の改善率（％）」} \times \text{「ロジスティック回帰分析の係数（％）」} \end{aligned}$$

「現在の観光業従事者の給与額」：表 15.8 のとおり

ブラジル地理統計院資料（2018）によると、バイシャード・サンティスタ各市の観光業の会社数、雇用者数、給与額は以下のとおりである。観光業は、各市の観光用交通、ホテル、旅行社、レクリエーション会社、テーマパークと仮定し、2017-19年の平均値を引用した。

「下水道接続の改善率」：表 15.8 に2039年時点の改善率を示す（それ以降一定となる）

各処理区、給水区の各年の接続率と、2021年の接続率の差分を引用した。

表15.8 観光業の企業数、従事者数、合計給与額

市	観光業会社数 (2017-19 平均)	観光業従事者数 (2017-19 平均)	合計給与額 (1000 レアル)	2039年時点の接 続率の増加割合 (%)
2,3 ベルチオガ市	208	1,360	20,956	28%
4 グアルジャ市	581	4,451	86,268	32%
6,7 モンガグア市	118	488	6,086	6%
8,9 イタニャエン市	258	1,175	15,903	32%
10,11 ペルイベ市	219	1,006	16,720	9%

* 海に面していないクバトン市は除外した
出典：ブラジル地理統計院資料(2018年)

「ロジスティック回帰分析の係数」：4.83%

Trata Brasil レポート（2018）によると、ロジスティック回帰分析による下水道有無（接続率）と観光業従事者数の係数は4.83%と算出されている。

(6) 上水道サービスの改善(支払意思額 WTP および支払可能額 ATP)

事業により、上水道の給配水能力が向上・安定化し、断水時間が減少する。事業対象地では、断水の間に利用できていなかった水量が活用でき、それが社会的便益となる。

上水道サービスの改善便益：

- ① 「上水道サービス改善への支払意思額」 x 「追加的上水使用量」
- ② 「上水道サービス改善への支払可能額」 x 「追加的上水使用量」

利用者の支払意思額（WTP: Willingness to Pay）は、本調査で実施した社会調査の結果より算出した。調査結果の3.6.5節に記載のとおり、上水道事業対象地域回答者の13.3%は、サービスが改善した場合（給水時間、水圧）に追加的な上水道料金支払いが可能と答え、また回答した値上げ幅の平均値は6.4%であった。これらの数値より、全体として既存料金と比べて0.9%の上乗せとの結果となった。下水道事業の支払意思額と同じく、上水道料金が高く設定された地域では、支払意思額が現状の料金水準と近似する傾向があり、妥当な金額と言える。

JICA マニュアルの記載では、上水道と下水道の支払可能額は可処分所得の各4.0%、2.0%と規定されている。事業対象地のSABESPの上下水道料金が同一であるため、上水道の支払い可能額は可処分所得の3.0%と想定した。また可処分所得はデータが入手できなかったため、代替として社会調査で得られた平均月収（家庭あたり）の3.0%を月当たりの支払可能額とした。この金額と各市の平均使用量から、支払可能額（リアル/㎡）を算出した。計算した支払意思額と支払可能額を表15.9に示す。

表15.9 上水道事業への市毎の支払意思額と支払可能額

	市	平均上水道料金 (リアル/㎡)	支払意思額 (リアル/ ㎡)	平均月収 (リアル/ 月)	平均使用量 (㎡/月)	支払可能額 (リアル/ ㎡)
1	プライア・グランデ市 (水道)	3.23	3.26	3,039	9.7	9.40
2	ペルイベ市 (水道)	3.44	3.47	2,384	11.6	6.17

出典：調査団作成

水道システムの安定化による追加的水量の試算は、季節ごとの需要と供給量の変動、気候や景況等に左右される観光人口の年変動、配管の送水能力、配水池の貯水量等が複雑に関連し、予測が難しい。実施した社会調査でも断水状況についてインタビューし、断水頻度とその定性的な評価は行ったものの（図2.12等）、得られた結果から定量的な水量を算出することは困難であった。

便益定量化のため、断水時間に給水が阻害されていると想定し、断水時間が短縮した場合の追加水量を試算した。過去の断水時間はSUSデータより引用した。また事業成果として、現状の断水時間が半分になる想定とした。

追加水量 (㎡/年) = 「現在の消費水量 (㎡/年)」 x

$$\{ 1 / (1 - \text{「過去の断水の割合 (%)」}) - 1 \} \times \text{「改善率 (%)」}$$

「現在の消費水量 (㎡/年)」：ペルイベ市 8,974,652 ㎡/年、プライア・グランデ市 26,263,086 ㎡/年 (2030年計画)

「過去の断水の割合」：13.3%（ペルイベ市）、1.7%（プライア・グランデ市）

ブラジルの水道事業の指標を公表している SUS データから 市毎の年間断水時間を引用し、2015年から2019年の平均値を求めた。ペルイベ市とプライア・グランデ市の年間断水時間が各 1,165時間、145時間 だったため、断水の割合は 13.3%、1.7%となった。

表15.10 対象市の断水時間実績

年間の断水時間	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	平均
ペルイベ市	n.a.	3,270	1,021	254	127	1,165
プライア・グランデ市	122	320	85	n.a.	53	145

出典：DATASUS(保健省、2015-2019)

「改善率」：50%、事業を実施すると、断水時間が現在の半分になると想定した。

(7) 経済便益の推移と準現在価値

各便益の想定より、算出された経済便益の年ごとの推移を表 15.11 に示す。2040年以降は便益が増加しない想定となっている。また家屋価値の上昇便益は2031年のみに計上されている。

表15.11 各便益の推移

経済便益種類 (1000 レアル)		2030年	2031年	2035年	2040年	2045年	2050年	2055年	2060年
下水道サービスの改善	WTP	55,334	56,285	59,751	62,888	63,810	64,732	64,732	64,732
	ATP	107,520	109,259	115,639	121,424	123,192	124,960	124,960	124,960
腐敗槽清掃費用削減		3,298	3,422	3,796	4,034	4,034	4,034	4,034	4,034
水因性疾患の医療費削減		49	51	57	60	60	60	60	60
家屋価値の上昇便益		0	199,539	0	0	0	0	0	0
観光産業の収入増加		823	876	943	1,112	1,112	1,112	1,112	1,112
上水道サービスの改善	WTP	5,597	5,597	5,597	5,597	5,597	5,597	5,597	5,597
	ATP	11,562	11,562	11,562	11,562	11,562	11,562	11,562	11,562

出典：調査団作成

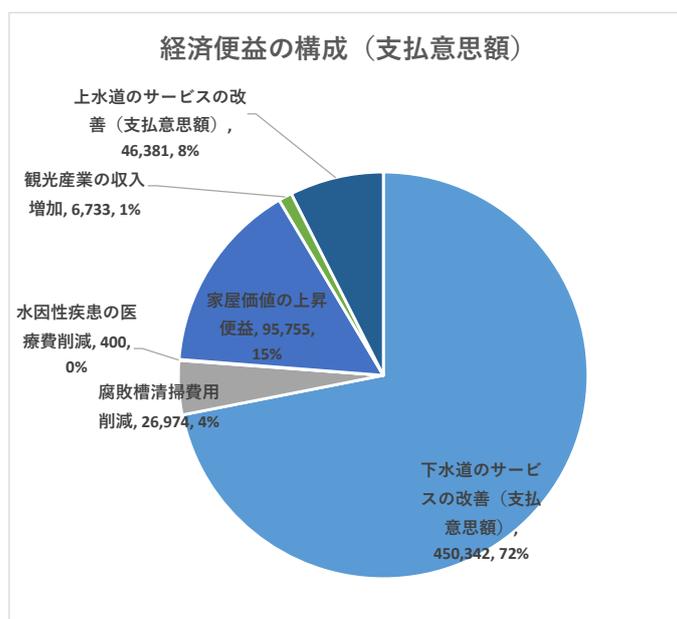
上記の各便益の推移を元に、経済的純現在価値（ENPV）を計算し、その内訳を表 15.12、図 15.2 と図 15.3 に示す。支払意思額を元に便益を算出した場合（下水、上水）、経済的純現在価値は合計 627 百万レアル、支払可能額を元に算出した場合、1,097 百万レアルとなった。どちらも下水道、上水道のサービス改善の便益が過半数を占め、続いて下水道事業による家屋価値の上昇便益（96 百万レアル）と、腐敗槽清掃費用の削減便益（27 百万レアル）の構成が大きい。

表15.12 各便益の純現在価値

経済便益種類	支払意思額を適用した場合の 経済的純現在価値（ENPV）* (1000 レアル)	支払可能額を適用した場合の 経済的純現在価値（ENPV）* (1000 レアル)
下水道サービスの改善（下水の悪臭なし、 周辺水域の水質向上）	450,342	870,978
腐敗槽清掃費用削減	26,974	26,974
水因性疾患の医療費削減	400	400
家屋価値の上昇便益	95,755	95,755
観光産業の収入増加	6,733	6,733
上水道サービスの改善（断水なし、良好な 水質・水圧確保）	46,381	95,699
合計	626,584	1,096,539

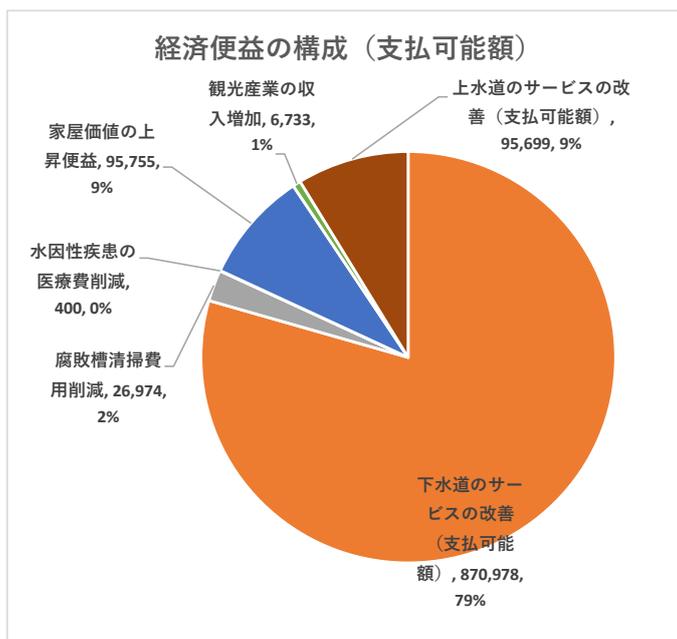
*現在価値は割引率 8.5% (社会的割引率) で計算

出典：調査団作成



出典: 調査団作成

図15.2 各経済便益の準現在価値(支払意思額の場合)(単位:1000 レアル)



出典: 調査団作成

図15.3 各経済便益の準現在価値(支払可能額の場合)(単位:1000 レアル)

15.3.3 経済分析の結果

経済便益と経済費用を算出した結果、表 15.13 に示す経済分析の結果が得られた。添付資料 15.4 に経済分析の計算書を示す。事業全体の EIRR は支払意思額を利用した場合 3.2%、支払可能額を用いた場合 9.4%となった。B/C は各 0.62 と 1.08、経済的準現在価値 (ENPV) は-388 百万リアル、+82 百万リアルとなった。基準である社会的割引率 8.5%と比べ、支払意思額の場合の EIRR は 5.3%下回ったが、支払可能額の場合の EIRR は 0.9%上回った。下水道分野の事業では、支払意思額が現状の料金水準に近似する傾向があり、EIRR は低下する傾向がある。一方、支払可能額は対象地域の収入額を元に計算されており、それを元に計算した EIRR が基準値を超えたことから、事業は十分に経済的妥当性があると言える。

個別事業で見ると、支払可能額で評価した場合、9 サイト (下水道事業の No.1、No.3、No.4、No.5、No.7、No.8、No.10、上水道事業の No.13、No.14) は、EIRR が基準である 8.5%以上となった (表中ハイライトで表示)。一方、それ以外の 5 サイト、下水処事業の No.2、No.6、No.9、No.11、上水道事業の No.12 は EIRR が 8.5%を下回った。

なお、上記の結果は定量化できる便益のみを考慮して経済的妥当性を評価している。定量化が難しい地域全体の収入増加、生活条件向上などを考慮すると、経済的妥当性はより上昇する。事業実施に関わる判断は、社会経済的な効果の他、下水道普及率向上を目指す国家目標・施策、裨益住民の意見等を加味して決定することが肝要である。

表15.13 経済分析結果

No.	サイト	支払意思額 (WTP)			支払可能額 (ATP)		
		EIRR	B/C	ENPV(1000 リアル)	EIRR	B/C	ENPV(1000 リアル)
1	ベルチオガ市, Vista Linda	5.8%	0.80	-5,555	14.3%	1.49	13,908
2	ベルチオガ市, 管路	-2.3%	0.32	-54,721	1.3%	0.47	-42,422
3	ベルチオガ市, Centro	11.8%	1.24	6,826	23.9%	2.26	36,002
4	グアルジャ市, Carvalho	6.8%	0.87	-9,742	13.3%	1.41	29,517
5	クバトン市, Casqueiro	14.5%	1.51	21,669	24.7%	2.48	62,481
6	モンガグア市, Bichoro	n.a.	0.20	-10,920	2.8%	0.57	-5,844
7	モンガグア市, Barigui	6.1%	0.83	-10,240	24.7%	2.43	84,184
8	イタニャエン市, Anchieta	4.4%	0.71	-45,655	9.1%	1.05	7,692
9	イタニャエン市, Guapiranga	n.a.	0.39	-161,592	1.5%	0.52	-128,039
10	ペルイベ市, P1	8.4%	0.99	-681	18.8%	1.99	59,348
11	ペルイベ市, P2	n.a.	0.36	-73,014	4.0%	0.65	-39,817
12	プライア・グランデ市, 配水池	n.a.	0.00	-46,577	n.a.	0.00	-46,577
13	プライア・グランデ市, 管路	7.0%	0.86	-1,895	23.0%	2.49	20,739
14	ペルイベ市, 管路	9.8%	1.12	3,723	18.2%	1.99	30,408
	合計	3.2%	0.62	-388,375	9.4%	1.08	81,580

※着色: EIRR が割引率の 8.5%を上回っているもの

出典: 調査団作成

15.3.4 感度分析

経済分析の感度分析として、以下のネガティブな条件で EIRR を算出した。

- 1) 基本ケース（支払可能額を適用）
- 2) 経済費用+10%
- 3) 経済便益-10%
- 4) 経済費用+10%、経済便益-10%

2) で経済費用が10%増加する想定としたが、これは設計基準の変更や需要の急増など、種々の理由により、計画時より建設費用が上昇する場合を想定した。また維持管理費用も含んでおり、例えば施設老朽化や水質悪化などによって、維持管理のための人件費、薬品日、修繕費等が増加することを想定した。3) では便益が10%減少する想定としたが、起こり得る事例としては、手続きや建設の遅延による施設運営の開始遅れ、造水量・下水処理水量の低下等が考えられる。4) は上記、2) と3) が同時に発生する場合とした。

結果を表15.14に示す。業務全体のEIRRは、1) 基本ケース(9.4%)と比べ、2) 経済費用+10%の場合は1.1%低下、3) 経済便益-10%の場合1.2%低下、3) 経済費用+10%と経済便益-10%の場合、2.3%低下した。個別地区別でも、1) 基本ケースと4) ケースを比べると、EIRRが1.5%~4.6%低下している。事業の社会経済的効果を確保するためには、不必要な費用増加を防ぐとともに、予想された便益を確保するため、適正な設計、施工、スケジュール監理の実施が求められる。

表15.14 感度分析(EIRR、支払可能額で計算)

No.	サイト	1) 基本	2) 費用+10%	3) 便益-10%	4) 費用+10%、便益-10%
1	ベルチオガ市, Vista Linda	14.3%	12.8%	12.7%	11.2%
2	ベルチオガ市, 管路	1.3%	0.6%	0.5%	n.a.
3	ベルチオガ市, Centro	23.9%	21.6%	21.4%	19.3%
4	グアルジャ市, Carvalho	13.3%	11.8%	11.7%	10.3%
5	クバトン市, Casqueiro	24.7%	22.4%	22.2%	20.1%
6	モンガグア市, Bichoro	2.8%	1.9%	1.8%	0.9%
7	モンガグア市, Barigui	24.7%	22.4%	22.1%	20.0%
8	イタニャエン市, Anchieta	9.1%	7.9%	7.8%	6.7%
9	イタニャエン市, Guapiranga	1.5%	0.6%	0.5%	n.a.
10	ペルイベ市, P1	18.8%	17.0%	16.8%	15.2%
11	ペルイベ市, P2	4.0%	3.2%	3.1%	2.2%
12	プライア・グランデ市, 配水池	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	プライア・グランデ市, 管路	23.0%	20.9%	20.6%	18.7%
14	ペルイベ市, 管路	18.2%	16.5%	16.3%	14.8%
	合計	9.4%	8.3%	8.2%	7.1%

※着色: EIRR が割引率の 8.5%を上回っているもの

出典: 調査団作成

第16章 事業の運用・効果指標

16.1 定量的効果及び定性的効果の評価

16.1.1 定量的効果および定性的効果の項目

本事業による効果について定量的効果および定性的効果の項目を表 16.1 に挙げる。

表16.1 本事業による定量的効果及び定性的効果の項目

事業のコンポーネント		効果	定量的/ 定性的
既存下水処理場の改善	既存施設、設備の更新（10 か所） - ベルチオガ市：2 か所 - グアルジャ市：1 か所 - クバトン市：1 か所 - モンガグア市：2 か所 - イタニャエン市：2 か所 - ペルイベ市：2 か所	既存処理施設の処理機能回復	定性的
既存下水処理場の拡張	拡張施設の建設（上と同じ 10 か所）	下水処理能力の増加 下水処理水量の増加	定量的
		公共用水域の水質改善、水質改善に伴う観光産業の振興	定性的
下水収集施設の整備	下水道管、ポンプ場の整備 - ベルチオガ市 Casta do Sol 地区 - イタニャエン市 Anchieta 処理区 - イタニャエン市 Guapiranga 処理区 - ペルイベ市 P2 処理区	下水道接続数の増加 収集下水量の増加	定量的
		下水道整備率の向上 下水道接続率の向上 （いずれも間接的効果） 生活環境の改善 水因性疾患の減少 地域の不動産価値の上昇	定性的
ペルイベ配水拡張本管の整備	配水本管の敷設 - Trecho 10 (Vila Peruipe 配水区) - Trecho 11 (Caraquava 配水区)	配水能力の増加	定量的
		給水人口の増加、水道接続率の改善（間接的効果） 給水圧の改善 断水頻度・時間の削減	定性的
プライア・グランデ送配水増強施設の整備	Boqueirao 配水区への送配水施設の整備 - 送水管 Trecho 12 - 配水本管 Trecho 13 - 配水管 - Boqueirao 配水池・ポンプ場	配水能力の増加 配水池容量の増加	定量的
		給水人口の増加、水道接続率の向上（間接的効果） 給水圧の改善 断水頻度・時間の削減	定性的
	中部地域への緊急送水施設の整備 - Trecho 14 - Boqueirao 配水池・ポンプ場	緊急送水能力の確保	定量的
		中部地域における水不足リスクの低下	定性的

出典：調査団作成

給水圧の改善や断水頻度・時間の削減は本来定量的な測定が可能だが、現状を定量的に示す資料が SABESP になく、定性的効果とした。また、下水道の整備率と接続率の向上、公共用水域の水質改善も事業前後で定量的な比較が可能だが、本事業外の要因が大きいため間接的な効果に過ぎず、定性的効果と評価する¹。給水人口の増加と水道接続率の向上も、以下の理由から間接的効

¹ SABESP がモニタリングしている既存下水処理場の処理水放流先の河川水質は 4 章 4.3.1 (3) 参照。公共用水域の水質モニタリング体制については 4.4.1 節、CETESB がモニタリングしているビーチの水質については 4.4.2 節参照

果と考え定性的効果に分類する。

- 本事業は一部で給水エリアを拡張するが、本事業では配水管布設と新規接続を行わないため給水人口の増加、水道接続率の向上には直接的には寄与しない。
- 既存給水エリアに対しては、ペルイベ市では配水本管しか整備せず、プライア・グランデ市では配水管整備は一部含まれるが新規接続は含まれない。送配水能力が強化されサービスが向上することで新規接続を促す効果があるが、これも間接的な効果である。

16.1.2 下水道コンポーネントによる定量的効果の算定

(1) 算定にあたって考慮すべき本事業の特性

1) 整備対象施設が地域で異なることによる発現効果の違い

本事業における下水道コンポーネントは、新規の下水道事業とは異なり、下水収集施設の整備地域と、整備する下水処理場の処理区域が完全に一致する地域が存在しない。そのため、表 16.2 に示すように下水収集施設整備の有無、下水処理場拡張の有無によって発現する効果が地域ごとに異なっている。定量的効果の算定にあたってはこのような地域ごとの違いを考慮する必要がある。また、下水処理場拡張の効果が発現するには、他事業での下水収集施設の実施と下水道接続の促進が必要なことも留意すべきである。

表16.2 本事業の下水道コンポーネント実施による発現効果の地域ごとの違い

		事業効果タイプ1	事業効果タイプ2	事業効果タイプ3
概要		下水処理場拡張と管路拡張の両方を行う。既存または他事業による管路を含めた流域全体の汚水を、既存・拡張を含めた処理場全体で処理する	下水処理場の拡張のみを行う。既存または他事業による管路整備エリアを含め、流域全体からの汚水を既存水処理施設と拡張施設の全体で処理する	下水道管路の拡張のみを行う。拡張管路からの汚水を既存または別事業で整備される施設で処理する
該当地域		- イタニャエン市 Anchieta 処理区、Gapiranga 処理区 - ペルイベ市 P2 処理区	- ベルチオガ市 Centro 処理区、Vista Linda 処理区 - クバトン市 Casquero 処理区 - グアルジャ市 Carvalho 処理区 - モンガグア市 Bichoro 処理区、Barigui 処理区 - ペルイベ市 P1 処理区	- ベルチオガ市 Costa do Sol 地区
本事業による効果	下水処理能力/水量の増強	✓ (一部他事業の管路に依存)	✓ (一部他事業の管路に依存)	—
	下水道整備率/接続率の向上	✓	—	✓
裨益対象	下水収集施設	管路拡張エリア	管路拡張エリア	—
	下水処理場	処理区全体	—	処理区全体

出典：調査団作成

2) 拡張事業であることを勘案した本事業による追加的処理能力と処理水量の算定方法

本事業による拡張後、各下水処理場は既存処理施設と新規施設の全体で自らの処理区で収集された下水を処理する。また、本事業における二次処理施設の設計では、処理性能を改善することを目的として、一系列で処理できる水量を既存施設の建設時から調整している（建設当時よりも処理可能水量を小さく設定した下水処理場が多い²⁾）。

これらを勘案し、拡張処理施設の処理能力と処理水量は図 16.1 に示す考え方で算定する。図示のように、処理水量の算定では既存施設と拡張施設が系列数に応じた配分で流入下水を処理することを想定する。既存処理施設の能力を超えた水量のみを事業効果と考えることもでき、その場合、図の例では拡張施設の処理水量はゼロとなる。しかし、実際の下水処理場の運用方法と乖離することから、本事業の効果算定では系列数に応じた配分を採用する。

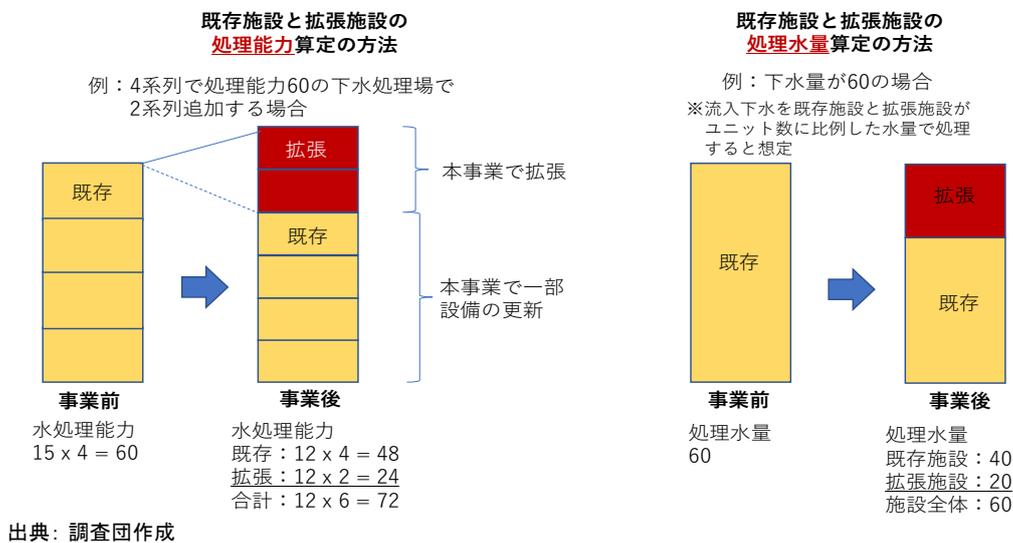


図16.1 拡張施設の処理能力と処理水量の算定方法

(2) 定量的効果の算定

1) 下水処理能力、下水処理水量、下水道接続数、収集下水量の増加

上で述べた点を勘案し、下水道コンポーネントによる直接的な定量的効果である下水処理能力の増加、下水処理水量の増加、下水道接続数の増加および収集下水量の増加について効果を算定した。下水処理能力の増加量を表 16.3、下水処理水量の増加を表 16.4 に示す³⁾。また、下水収集施設の整備による下水道接続数と収集下水量の増加を表 16.5 に示す⁴⁾。

下水処理能力および処理水量増加の初年度は、各下水処理場の拡張が行われる契約パッケージが瑕疵担保期間を除いて完工した年とし、その初年度は半年間稼働すると想定した。なお、モンガグア市の Bichoro 下水処理場については新たな系列を設けないため処理能力、処理水量ともに増加はゼロである。

²⁾ すなわち、既存施設の処理能力が本事業の前後で目減りする

³⁾ 各下水処理場の処理水量の計算書は、下水処理場稼働率の予測と合わせて添付資料 16.1 参照

⁴⁾ 下水収集施設の各整備エリアの接続数と収集下水量の計算書は添付資料 16.2 参照

表16.3 本事業による下水処理場処理能力の増加量

市	下水処理場	現在			本事業後			拡張施設の処理能力		
		二次 処理 系列数	処理	能力	二次 処理 系列数	処理	能力	二次 処理 系列数	処理	能力
			L/秒	m ³ /日		L/秒	m ³ /日		L/秒	m ³ /日
ベルチオガ	Vista Linda	4	153	13,220	6	177	15,290	2	59	5,100
	Centro	4	127	10,970	6	183	15,810	2	61	5,270
グアルジヤ	Vicente de Carvalho	8	153	13,220	10	345	29,810	2	69	5,960
クバトン	Casquero	4	78	6,740	6	143	12,360	2	48	4,120
モンガグア	Bichoro	8	90	7,780	8	77	6,650	0	0	0
	Barigui	6	149	12,870	10	279	24,110	4	112	9,640
イタニャエン	Anchieta	3	93	8,040	6	329	28,430	3	165	14,210
	Guapiranga	4	223	19,270	6	362	31,280	2	121	10,430
ペルイベ	P1	3	143	12,360	6	318	27,480	3	159	13,740
	P2	2	91	7,860	4	194	16,760	2	97	8,380
合計		—	1,300	112,330	—	2,407	207,980	22	889	76,850

*:各下水処理場の事業前後の処理能力と二次処理系列数は6章 6.2.6 節参照

出典: 調査団作成

表16.4 本事業の実施による下水処理水量増加の効果

市	ベルチオガ		グアルジヤ	クバトン	モンガグア		イタニャエン		ペルイベ	
	Vista Linda	Centro	Carvalho	Casqueio	Bichoro*2	Barigui	Anchieta	Guapiranga	P1	P2
	(m ³ /年)									
2026*1	0	0	671,482	505,621	0	2,319,876	0	0	0	0
2027*1	553,754	559,126	1,354,242	1,080,984	0	1,159,938	1,746,778	0	1,961,729	1,397,306
2028	1,116,366	1,133,674	1,366,715	1,093,378	0	2,367,228	3,601,933	0	3,952,879	2,862,206
2029	1,126,010	1,150,450	1,379,815	1,153,001	0	2,415,137	3,704,019	2,776,244	3,986,244	2,932,225
2030	1,137,579	1,170,619	1,393,127	1,197,138	0	2,463,611	3,760,826	2,891,820	4,016,951	3,000,632
2031	1,149,557	1,191,481	1,403,023	1,227,964	0	2,486,681	3,781,559	2,909,831	4,027,590	3,056,405
2032	1,158,296	1,206,723	1,417,713	1,287,313	0	2,509,834	3,796,670	2,924,388	4,038,318	3,112,237
2033	1,169,415	1,226,104	1,426,020	1,323,654	0	2,533,015	3,811,931	2,939,045	4,049,090	3,168,128
2034	1,179,937	1,244,417	1,434,427	1,390,061	0	2,556,369	3,827,341	2,953,776	4,059,992	3,224,125
2035	1,189,988	1,261,931	1,442,895	1,431,455	0	2,579,743	3,842,863	2,968,688	4,070,940	3,280,074
2036	1,196,835	1,273,861	1,487,973	1,471,338	0	2,602,426	3,857,525	2,977,714	4,081,675	3,335,912
2037	1,205,938	1,289,738	1,505,349	1,544,932	0	2,625,138	3,872,300	2,986,816	4,092,456	3,391,807
2038	1,212,883	1,301,825	1,512,281	1,593,767	0	2,647,904	3,887,224	2,995,992	4,103,323	3,447,809
2039	1,220,418	1,314,899	1,519,277	1,674,422	0	2,670,754	3,902,260	3,005,243	4,114,322	3,503,764

*1:完成初年度の下水処理水量は年間の50%の量とした

*2:Bichoro 下水処理場は新たな系列を設けないため処理水量増加の効果はない

出典: 調査団作成

下水道接続数の計算では、各工事で SABESP が計画している新規接続数に対して、計画が作成された 2018 年以降の各市の世帯数増加率を乗じた。また、本事業で汚水収集施設を整備するエリアの下水道接続率は瑕疵担保期間を除いた工事完了年の翌年を 75%とし、その前年は 40%、2033 年は 90%、2039 年は 95%と想定した。収集下水量の増加は SABESP の既往契約および 6 章 6.2.2 「想定下水量の算定」でも使用した接続数および 2017 年 6 月から 2018 年 5 月までの世帯当たり消費水量実績から算定した。実際には本事業での整備エリアだけの下水量を計測することはできないため、財務分析上の追加的収入源としては有用であるが効果指標としては使用できない参考的な値である。

表16.5 本事業の実施による下水道接続数の増加と収集下水量の増加

年	ベルチオガ市 Bertioga			イタニャエン市 Itanhaém						ペルイベ市 Peruibe		
	Costa do Sol 地区			Anchieta 処理区			Guapiranga 処理区			P2 処理区		
	本事業整備エリアの想定下水道接続率	本事業整備エリアの接続数	本事業整備エリアの接続からの下水量 (m ³ /年)	本事業整備エリアの想定下水道接続率	本事業整備エリアの接続数	本事業整備エリアの接続からの下水量 (m ³ /年)	本事業整備エリアの想定下水道接続率	本事業整備エリアの接続数	本事業整備エリアの接続からの下水量 (m ³ /年)	本事業整備エリアの想定下水道接続率	本事業整備エリアの接続数	本事業整備エリアの接続からの下水量 (m ³ /年)
2027	40%	756	102,319	40%	2,125	0	0%	0	0	40%	428	48,366
2028	75%	1,418	191,847	75%	4,032	317,373	40%	3,235	317,373	75%	810	91,533
2029	82%	1,550	209,753	82%	4,461	602,138	75%	6,137	602,138	82%	894	101,003
2030	84%	1,588	214,869	84%	4,624	666,141	82%	6,790	666,141	84%	924	104,416
2031	86%	1,625	219,985	86%	4,776	696,517	85%	7,099	696,517	86%	953	107,679
2032	88%	1,663	225,101	88%	4,929	719,136	87%	7,330	719,136	88%	982	110,979
2033	90%	1,701	230,217	90%	5,085	750,380	90%	7,648	750,380	90%	1,012	114,315
2034	91%	1,720	232,775	91%	5,186	765,325	91%	7,801	765,325	91%	1,030	116,408
2035	92%	1,739	235,333	92%	5,289	780,414	92%	7,954	780,414	92%	1,049	118,519
2036	93%	1,758	237,891	93%	5,390	795,284	93%	8,106	795,284	93%	1,068	120,648
2037	94%	1,777	240,449	94%	5,492	810,384	94%	8,260	810,384	94%	1,087	122,795
2038	95%	1,796	243,007	95%	5,596	825,715	95%	8,416	825,715	95%	1,106	124,960
2039	95%	1,796	243,007	95%	5,642	832,426	95%	8,484	832,426	95%	1,113	125,819

出典：調査団作成

2) 既存下水処理施設の改善による効果

本事業では既存の下水処理施設について一部の施設・設備の更新を行う。これによる既存処理施設の処理機能回復は表 16.1 に示したように定性的なもので効果を定量的に測定することはできない。しかし、既存施設の改善による経済的便益を評価することを目的に、施設・設備の更新費用と既存施設と同容量の下水処理場を新設した場合の費用との比較から、本事業による施設改善が既存施設の処理水量にどれほど貢献するかを表 16.6 に示すように試算した。

試算より、事業後の既存施設による処理水量に対し、本事業による既存施設の改善は下水処理場によって 8.5%から 27.5%の寄与率である結果となった。この寄与率に基づいた、既存施設の改善による下水処理水の回復量は添付資料 16.3 に示す。

表16.6 既存施設改善工事の下水処理能力への寄与率

下水処理場	既設処理能力		既設と同じ処理能力の下水処理場を新設する場合の工事費* (リアル)	本事業における既存施設改善工事費 (リアル)	新設工事費に対する改善工事費の比率 (%)
	(L/秒)	(m ³ /日)			
Vista Linda	153	13,219	55,000,000	10,806,566	19.6%
Centro	127	10,973	45,000,000	4,271,115	9.5%
Carvalho	153	13,219	55,000,000	6,804,164	12.4%
Casquero	78	6,739	25,000,000	4,526,391	18.1%
Barigui	149	12,874	52,500,000	4,443,957	8.5%
Bichoro	90	7,776	32,500,000	8,953,315	27.5%
Anchieta	93	8,035	32,500,000	4,818,349	14.8%
Guapiranga	223	19,267	65,000,000	7,772,856	12.0%
P1	143	12,355	50,000,000	10,061,492	20.1%
P2	91	7,862	32,500,000	3,448,264	10.6%
合計	1,300	112,320	445,000,000	65,906,469	14.8%

*： 図 12.2 より推定した建設費

出典：調査団作成

(3) 下水処理場拡張の効果発現に必要な SABESP の事業

上の(1)2)で述べたように、本事業で拡張を行う下水処理場は他事業で整備される管路が収集する下水を受け入れる。したがって、本事業の効果が満身に発揮されるのを担保するには、そのような他事業により処理区内の下水道接続数が増加することが必要である。

表 16.7 に、2018 年に SABESP が作成した各市の事業リスト⁵から、本事業で下水処理場を拡張する市で計画されている下水収集施設の整備事業を抽出する⁶。きれいな波プログラムの Stage2 で既に実施中の事業、本事業で実施される事業のほか、SABESP が自己資金や社債により実施する事業が多くある。事業効果の発現を担保する観点からこれらの事業の確実な実施が求められる。

表16.7 本事業で下水処理場が拡張される市における今後の下水収集施設整備事業

市	予定事業期間*1	下水収集施設整備の対象地域	事業の新規接続数	SABESP 実施部門*2	該当事業*3
ベルチカ	2021 - 2024	Costa do Sol	1,890	TB	OL Stage2 Phase2 (本事業)
ベルチカ	2022 - 2025	Balneário Mogiano	2,016	TB	OL Stage2 Phase2
ベルチカ	2019 - 2021	Rio da Praia, Mangue Seco e Jardim das Canções	1,900	RE	
ベルチカ	2020 - 2022	Jardim Ana Paula	800	RE	
ベルチカ	2023 - 2024	Jardim Ana Paula, Jardim São Rafael 等	500	RE	OL Stage1*4
ベルチカ	2021 - 2023	Chácara Vista Linda e Jardim Vista Linda	600	RE	OL Stage1*4
ベルチカ	2024 - 2033	ファベレーラの正規化	2,560	RS	
ベルチカ	2024 - 2047	ファベレーラの正規化 (新規拡張エリア)	6,717	RS	
グアルジャ	2020 - 2022	Jardim Virginia e Enseada	1,055	TB	OL Stage2 Phase2
グアルジャ	2018 - 2019	Vila Zilda, Edna, Selma e Cidade de Deus	1,600	RE	OL Stage1*4
グアルジャ	2020 - 2023	Perequê - sub-bacias 1, 2 e 3 等	2,240	RE	
グアルジャ	2023 - 2024	Santa Rosa e Vila Lygia	1,000	RE	
グアルジャ	2021 - 2023	Parque da Montanha	未特定	RE	
グアルジャ	2022 - 2047	ファベレーラの正規化	14,668	RS	
グアルジャ	2022 - 2032	ファベレーラの正規化	25,349	RS	
クバトン	2024 - 2025	Vale Verde	800	TB	OL Stage2 Phase2
クバトン	2021 - 2023	V. Elizabeth, V.S. José e Vila Nova	800	RE	
クバトン	2019	Cotas 95/100 E 200 - Convênio CDHU	1,750	RE	
クバトン	2025 - 2045	ファベレーラの正規化	13,810	RS	
クバトン	2023 - 2025	Obras Remanescentes do Onda Limpa	1,900	RS	OL Stage1*4
モンカデア	2019 - 2022	Balneário Palmeiras, Balneário Verde Mar 等	2,815	TB	OL Stage2 Phase1
モンカデア	2023 - 2025	Jussara	3,000	RS	
イタニエン	2019 - 2022	Belas Artes, Gaivota e Cibratel II 等	6,893	TB	OL Stage2 Phase1
イタニエン	2022 - 2025	Corumbá, Belas Artes Centro 等	11,990	TB	OL Stage2 Phase2
イタニエン	2026 - 2030	Bopiranga, Tupy e Sabaúna (margem direita) e Loty, Verde Mar e Centro (margem esquerda)	11,799	TB	OL Stage3 (本事業) (Anchieta, Guapiranga)
イタニエン	2031	Balneário São Fernando	232	RS	
ベルイバ	2021 - 2024	Prados, Jardim dos Prados, Jardim Somar 等	3,143	TB	OL Stage2 Phase2
ベルイバ	2025 - 2029	Jardim Márcia, Jardim São Luiz, Estância São José, Balneário Joseady, Estância Bambú, Vila Peruibe e Estância São Marcos	976	TB	OL Stage3 (本事業) (P2)
ベルイバ	2022 - 2030	Guaraú	1,145	TB	OL Stage3
ベルイバ	2030 - 2041	ファベレーラの正規化	1,920	RS	
きれいな波プログラム (OL) Stage2, Stage3 の新規接続数			43,377	TB	OL Stage2, Stage3
その他事業の新規接続数			82,491	RS, RE	その他
合計			125,868	TB, RS, RE	

着色: 今後、SABESP が自己資金や社債などを用いて実施する事業

*1: SABESP が 2018 年当時に計画していた実施予定年 (添付資料 5.2 参照)

*2: TB=パイシャーダ・サンチスタ・環境改善プログラム監理部 (Superintendência de Gestão do Programa de Recuperação Ambiental da Baixada Santista)、RS=パイシャーダ・サンチスタ・ビジネス・ユニット (Unidade de Negócio Baixada Santista)、RE = 地域監理部 (Superintendência de Gestão de Empreendimentos de Sistemas Regionais) (SABESP の組織体制は 3 章 3.3.3(2)参照)

⁵ 5 章 5.1.2 (2)および添付資料 5.2 参照

⁶ 既に下水道整が備済されたエリアでの追加の新規接続工事や日常的な小規模の管路延伸・新規接続工事は除く

*3: 「該当事業」の「OL」はきれいな波プログラム(Programma Onda Limpa)を指す

*4: OL Stage1 に該当する事業は、前段円借款事業の未履行部分

出典: 調査団作成

16.1.3 水道コンポーネントによる定量的効果の算定

水道コンポーネントの実施による定量的効果を表 16.8 に示す。

本事業で整備する施設による配水量の予測を表 16.9、表 16.10 に示す⁷。水道コンポーネントの完成は 2026 年で瑕疵担保期間の終了は 2027 年の予定である。ペルイベ拡張配水本管は互いが連通した二つの配水区内に配水することから、配水量は Vila Perube 配水区内と Caraquava 配水区内への合計配水量を求め、後述の運用指標に用いる。

表16.8 本事業の水道コンポーネントの実施による効果

項目	効果	備考	
ペルイベ市への配水能力増加	Vila Perube 配水区内	64.09 L/秒	既存配水区内に追加的に配水する
	Caraquava 配水区内	125.12 L/秒	
プライア・グランデ市 Boqueirao 配水区内への配水能力増加	1,828 L/秒*	既存の配水本管を送水管に転換し、新設配水池まで延伸。新設配水池・ポンプ場からの配水に切り替える	
配水池容量の増加	20,000 m ³	—	
中部地域への緊急送水能力の確保	500 L/秒	中部から南部への緊急送水管を用いて南部から中部への逆送も可能とする	

*: 現時点で Boqueirao 配水区内へ配水しているポンプ場の能力が未入手のため配水能力の純粋な増加分はまだ評価できていない

出典: 調査団作成

表16.9 ペルイベ配水拡張本管のペルイベ市への配水量予測と稼働率予測

年	夏季以外(3-10月) (L/秒)	夏季(1月,2月) (L/秒)		年間合計 (m ³ /年)	稼働率	
	平均水需要	平均水需要	時間最大水需要 (設計配水量)		年間平均	時間最大
2026	88.02	100.55	179.33	2,802,831	47%	95%
2027	88.78	100.78	181.80	2,823,607	47%	96%
2028	89.54	101.00	184.27	2,844,382	48%	97%
2029	90.29	101.23	186.74	2,865,158	48%	99%
2030	91.05	101.46	189.21	2,885,933	48%	100%

出典: 調査団作成

表16.10 プライア・グランデ送配水増強施設の Boqueirao 配水区内への配水量予測と稼働率予測

年	夏季以外(3-10月) (L/秒)	夏季(1月,2月) (L/秒)		年間合計 (m ³ /年)	稼働率	
	平均水需要	平均水需要	時間最大水需要 (設計配水量)		年間平均	時間最大
2026	1029.35	1130.65	1802.58	32,541,938	56%	99%
2027	1033.04	1134.68	1808.88	32,658,454	57%	99%
2028	1036.72	1138.71	1815.19	32,774,969	57%	99%
2029	1040.41	1142.74	1821.49	32,891,485	57%	100%
2030	1044.10	1146.77	1827.79	33,008,000	57%	100%

出典: 調査団作成

⁷ 配水区内ごとの配水量予測は添付資料 16.4 参照

16.2 定量指標(運用・効果指標)の検討

(1) 運用・効果指標の設定の目的と目標念

本事業の実施による定量的効果を将来測定するため、また、事業実施における目標とするため以下に運用指標及び効果指標を設定する。各指標には本事業完成から2年後を目途とした目標年の目標値を設定した。工事の完了年は契約パッケージにより異なるが、最も後に完了する契約パッケージの瑕疵担保期間終了から2年後の2031年を目標年とする。

(2) 運用指標

本事業の運用指標を表16.11に示す。

下水道コンポーネントについては、上で定量効果として挙げた下水処理量に加え、下水処理場の稼働率、処理区内の接続世帯数、BOD除去率を運用指標とする。

処理区内の接続世帯数を運用指標とするのは、本事業では下水処理場の稼働率が地下水浸透量や降雨量に大きく影響されるためである。すなわち、管路施設の健全度と気候によっては下水処理水量と稼働率が下水処理場の運用実態と乖離することがあり、そのような場合に備え、対象下水処理場の実質的な稼働率を示唆する補助的な指標として設定するものである。

BOD除去率の目標は生物処理に一般に期待される水準である80%とする。これは、既存下水処理場においても、処理水質が放流水質基準を満足していない下水処理場を除けば80%以上の除去率となっていることから、本事業でも十分に達成し得る水準である。放流水質基準で求められている処理水BOD濃度を運用指標とすることも可能だが、地下水で常に希釈されている同地域では下水処理が十分に機能していなくとも基準をクリアすることがあり、本事業では適切な指標ではないと考える⁸。また、BOD除去率80%を目標とすることで、公共用水域の水質改善への貢献がより促されることも期待する。

下水道コンポーネントに対して設定した運用指標は全て下水処理場の拡張に係る指標である。下水収集施設については、本事業で整備したエリアのみの水量を計測することはできない。ポンプ場の揚水量から推定することもできるが、地下水浸透や降雨の影響が大きく、運用指標として用いるには相応しくない。そのため、運用指標は設定せず、効果指標のみを設定する。

水道コンポーネントについては、予測される配水量を運用指標とする。運用指標の2031年の目標値は水道コンポーネントの設計の目標年次である2030年の値を準用する。緊急送水施設については非常時にのみ使用する施設であるため運用指標は設定しない。

⁸ 既存下水処理場の流入BOD濃度と放流BOD濃度、放流水質基準は4章4.3.1参照

表16.11 本事業の運用指標

指標		現況 (2020年)	目標 (2031年)	指標値の計算方法
下水道	下水処理場			
(1) 拡張施設による下水処理水量 (m ³ /年) *1	Vista Linda	—	1,149,557 m ³ /年	各下水処理場の年間流入水量×本事業で建設した二次処理施設の系列数÷本事業後の全系列数
	Centro	—	1,191,481 m ³ /年	
	Carvalho	—	1,403,023 m ³ /年	
	Casuqiro*	—	1,327,101 m ³ /年	
	Bichoro	—	0 m ³ /年	
	Barigui	—	2,486,681 m ³ /年	
	Anchieta	—	3,781,559 m ³ /年	
	Guapiranga	—	2,909,831 m ³ /年	
	P1	—	4,027,590 m ³ /年	
P2	—	3,056,405 m ³ /年		
(2) 下水処理場の稼働率 (%) *1	Vista Linda	—	63%	各下水処理場の年間平均流入下水水量÷下水処理場の処理能力×100
	Centro	—	64%	
	Carvalho	—	67%	
	Casuqiro	—	71%	
	Bichoro	—	68%	
	Barigui	—	73%	
	Anchieta	—	75%	
	Guapiranga	—	79%	
	P1	—	82%	
P2	—	77%		
(3) 処理区内の接続数*2	Vista Linda	6,940	12,251	
	Centro	12,090	21,342	
	Carvalho	38,289	46,757	
	Casuqiro	12,179	23,206	
	Bichoro	11,815	14,423	
	Barigui	31,942	38,995	
	Anchieta	24,384	44,409	
	Guapiranga	22,508	40,992	
	P1	25,329	32,188	
P2	11,919	15,147		
(4) 下水処理場でのBOD除去率 (%)	各下水処理場	—	80%以上	処理水 BOD 濃度の各月平均
水道	配水区			
(5) 本事業で整備した配水施設による配水量	Vila Peruibe 配水区 および Caraquava 配水区		2,885,933 m ³ /年	Trecho10, 11 上で流量計により測定した年間配水量
	Boqueirao 配水区		33,008,000 m ³ /年	Boqueirao ポンプ場からの年間配水量

*1: 資料 16.1 参照

*2: 資料 16.2 参照

出典: 調査団作成

(3) 効果指標

本事業の効果指標を表 16.12 に示す。

下水道コンポーネントについては、下水処理能力の増加と本事業における下水収集施設整備エリアでの新規下水道接続数を効果指標とする。水道コンポーネントについては配水能力の増加、配水池容量の増加、中部地域への緊急送水能力の確保を効果指標とする。

表16.12 本事業の効果指標

指標		現況 (2020年)	目標 (2031年)	指標値の計算方法
下水道				
	下水処理場			
(1) 下水処理能力の増加 (L/秒)	Vista Linda	153	177	2031年時点で所定の処理能力が維持されていることを確認する
	Centro	127	183	
	Carvalho	153	345	
	Casuqiro*	78	143	
	Bichoro	90	77	
	Barigui	149	279	
	Anchieta	93	329	
	Guapiranga	223	362	
	P1	143	318	
P2	91	194		
(2) 本事業における下水収集施設整備エリアでの新規下水道接続数	Costa do Sol 地区	—	1,625	本事業での整備エリアにおける、事業後の新規接続も含めた2031年時点の下水道接続数
	Anchieta 処理区	—	4,776	
	Guapiranga 所地区	—	7,099	
	P2 処理区	—	953	
水道				
(3) 配水能力の増加	Vila Peruibe 配水区	—	64.09 L/秒	2031年時点で所定の処理能力が維持されていることを確認する
	Caraquava 配水区	—	125.12 L/秒	
	Boqueirao 配水区	—	1,828 L/秒	
(4) 配水池容量の増加		—	20,000 m ³	
(5) 中部地域への緊急送水能力の確保		—	500 L/秒	

出典：調査団作成

第17章 結論及び提言

17.1 結論

17.1.1 事業の評価

これまでの章での検討、分析の結果を踏まえ、サンパウロ州沿岸部衛生・環境改善事業の円借款による実行可能性について、技術面、環境・社会面、経済・財務面、組織面からの評価を以下に記述する。

(1) 技術面の評価

- 本事業は、バイシャーダ・サンチスタ地域と呼ばれるサンパウロ州沿岸部を対象に、既存 10 か所の下水処理場の拡張と既存施設の更新、4 地域での下水収集施設の拡張、ペルイベ市とプライア・グランデ市それぞれへの追加的な送配水施設の整備を行うものである。
- バイシャーダ・サンチスタ地域では重要な観光資源であるビーチなど公共水域の水質悪化が社会問題となっている。そのような中、SABESP は 2007 年より「きれいな波プログラム」を実施し同地域の衛生・環境改善に取り組んできた。本事業はきれいな波プログラムの Stage2 Phase2 の一部、および最終ステージである Stage3 の大部分を実施する事業である。本調査では、本事業の範囲が上位計画であるきれいな波プログラムの全体計画と整合していることを確認した。
- ブラジル国では 2020 年法律第 14.026 号（新国家基礎衛生法、通称「Novo Marco」）により、全ての下水道コンセッション事業が 2033 年までに下水処理場接続率 90%を達成することが法的要求となった。SABESP の現在の計画ではクバトン市とベルチオガ市において下水道接続率が目標を達成しないが、今後、SABESP は Novo Marco の要求を満足する事業計画を作成し両市と合意する予定である。なお、本事業で計画されている下水処理場、下水収集施設は下水処理場接続率 90%が達成されても収集される下水量を全て受け入れられる仕様となっている。
- SABESP は 2018 年のコンセプト・スタディにおいて下水処理場の拡張・施設更新計画を作成している。本調査では、最新の水消費量実績をもとに必要な拡張規模を精査した。また、現場踏査等を通じ、既存施設では多くの施設が不具合を抱えており更新のニーズが高いことを確認した。なお、更新対象の施設は現場踏査を踏まえて SABESP による更新計画を一部見直した。ただし、施設の状況は事業実施時には更に変化していることが予想され、入札に向けた仕様書作成の段階で更新施設の再精査が必要である。
- Novo Marco は水道接続についても 2033 年までの目標を求めており、水道接続率 99%が規定されている。井戸など自前の水源を有する市民がおり接続率 99%の達成は容易でないが、本事業で整備する送配水施設も含め水道施設は全て接続率 100%を前提に計画されている。

- 本事業で整備する送配水施設は既存の配水エリアで生じている水圧不足や断水を緩和するために計画されている。本調査では、実際の水圧や断水の頻度について定量的なデータは得られなかったが、バイシャーダ・サンチスタ地域では観光客が増加する夏季に、出水不良を訴える苦情が通常時の倍以上に増加することが確認された。
- 本調査では、既存配水管網の水理モデルや実際の水圧・水量データを得られなかったが、既往資料に示された施設計画について技術的な妥当性を概ね確認した。ただし、既存送配水施設を含めたシステム全体がどのように機能し、新規施設がどのように運用されるかに不明な点がある。本事業の施設は2011年に作成されたマスタープラン（2011MP）当時の水需要予測と施設計画に原則基づいているが、2011MPは来年完了予定で改定作業中である。改定を通じて本事業で整備される送配水施設の位置付け、運用方法が明確になり、必要な規模も見直されると考えられたため、SABESPはマスタープランの改定後に詳細設計の見直しを行う必要がある。
- 本事業の特徴として、下水処理場の整備を行う地域と下水収集施設の拡張を行う地域が対になっていないことが挙げられる。すなわち、本事業で拡張される下水処理場は今後の他事業で整備される下水収集施設からの下水を受け入れる計画となっており、事業効果の完全な発現には、SABESPが他事業を確実に実施することが前提である。

(2) 環境・社会面の評価

- 本事業は市民の衛生環境の改善に寄与し、水因性疾患や乳児死亡率の低下に貢献することも期待される。また、河川や海洋に放流される汚濁負荷を削減し、公共用水域の水質改善にも寄与する。しかし自然由来の物質や将来の下水道整備エリアからの汚濁負荷の排出は残存するため、現時点で環境基準を満足できていない水域が本事業により環境基準を達成するとは言えない。
- 本事業は他のインフラ整備事業と同様に環境社会への負の影響を与える可能性があるが、設計上や施工上の配慮により負の影響の回避または最小化を図ることが可能である。
- 本事業で整備する下水処理場では、下水道を通じて流入する下水のほか、重金属を含む汚水・汚泥を受け入れるリスクがある。SABESPは自らが環境中に放流する排水の水質と放流先の水質を定期的にモニタリングし、環境に悪影響を与えていることが疑われる場合は速やかに追加的な汚水・汚泥の受け入れを停止し、CETESBと対応を協議する必要がある。
- バイシャーダ・サンチスタには複数の環境保護区とラムサール湿地がある。しかし、本事業で建設工事が行われる場所は保護区内やラムサール湿地内になく、十分な距離があることから保護区への影響はない。
- SABESPは本事業の実施にあたり環境公社(CETESB)より環境許可を取得する必要がある。下水処理場は既にライセンスを受けた既存施設の拡張であることから環境影響評価(EIA)実施が必要性となる可能性は非常に低く、環境許可の取得に障壁もないと考えられる。しかし、事業の円滑な実施のため、本事業の入札が開始されるまでに全ての環境許可を取得することがSABESPに求められる。

- 本事業では 29 カ所の下水道用ポンプ場、1 か所の配水池・ポンプ場のために合計 18,835m² の用地を取得する必要がある。しかし、いずれも居住者や営業中の商業施設はなく補償の問題は大きくない。また、道路内で行なう管路工事の現場でも沿道で補償が必要となる住居や商業施設は確認されない。
- SABESP はこれまで世銀をはじめとする他の国際機関による融資を受けた経験があり、世界銀行 OP4.12 に準拠した補償方針を内規「用地取得及び住民移転の方針」にて規定している。また、同方針は用地取得に限らず、工事に必要な用地の一時利用及び工事に伴って発生した建物への損傷等に対する補償も規定している。本事業に係る用地取得も同方針に沿って行われる予定であり、用地取得や補償に係り JICA GL に抵触する問題は生じ難いと考えられる。ただし、用地取得の遅れにより事業が遅延するリスクの管理は必要である。

(3) 経済・財務面の評価

- 本事業の財務便益は新規の下水道接続による下水道料金の収入増である。経済便益は、上下水道サービスの改善、水因性疾患の医療費削減のほか、腐敗槽清掃費用の削減、家屋価値の上昇、観光産業の収入増加である。
- 財務分析の結果 FIRR はマイナスとなった。そのため SABESP の WACC（加重平均資本費用）8.2%を満足するためには、評価期間中、毎年約 8,350 万レアルのクロスサブシディが必要であり、SABESP が長期に渡り事業を支援する方針を確認する必要がある。上下水道料金が同一の SABESP の事業において、元来コストが上水道事業よりも大きく、かつ拡張期にある下水道事業へのクロスサブシディは公衆衛生の改善のため妥当と考えるべきものである。
- 経済分析の結果算出された EIRR は支払意思額に基づいた場合 3.2%、支払可能額に基づいた場合 9.4%となった。経済的妥当性の基準となるブラジル国の社会的割引率 8.5%と EIRR を比較すると、支払意思額の場合 5.3%下回ったが、支払可能額の場合は 0.9%上回った。下水道事業の支払意思額は現料金と近似することが多いが、支払可能額は対象地域の収入額を元に計算され、裨益者の潜在的な購入意欲を示すと考えられる。従い、本事業は経済的に妥当な水準にある。なお経済分析は定量化できる便益のみを計上して計算しているため、定量化できない便益や、基礎衛生の改善を強く求める国家施策等も加味して経済的妥当性を判断することが重要である。
- SABESP の財務状況は、サンパウロ州の比較的充実した社会経済状況と、継続的なフルコストリカバリーを可能とする料金改定システム等にも支えられて安定しており、今後も安定した状態が継続すると見込まれる。したがって、本事業が円借款で実施される場合、返済能力に問題はなく、実施するための自己負担資金、整備された施設を運営管理する資金を捻出することも十分可能である。また、本事業の効果発現を担保する他事業を実施するための資金を捻出することも可能と考えられる。
- 円借款により行われたきれいな波プログラムの Stage1 では、事業の大幅な遅延が生じたほか、設計の見直しもあいまって工事費用が大きく予算を超過した。ブラジル国では過去 5 年の平均が 4.2%であるなど高いインフレが慢性化しており、事業の遅延による工事費増大の

リスクは依然として高い。事業の財務的リスクの緩和には、スケジュールに沿った円滑な事業実施が求められる。

(4) 組織面の評価

- 本事業が我が国の資金協力により実施される場合、州政府が保証したうえで融資の借入人（Borrower）は SABESP となり、かつ SABESP は事業実施者（Executing Agency）も兼ねる。SABESP はニューヨーク株式市場にも上場する優良企業として確固たる組織体制を築いており、円借款を始め様々な援助機関から融資を受けて大型事業を実施した経験もあることから十分な事業実施能力を有している。
- 本事業の実施にあたっては、SABESP のバイシャーダ・サンチスタ環境改善監理部（TB）内に本事業を専属的に担う事業実施ユニット（UGP）を設立する。TB はきれいな波プログラム Stage1 に該当する円借款事業の実施を担った部門であり、事業実施に必要な体制を確保することは潜在的に可能である。ただし、TB はきれいな波プログラム全体を実施しているため、UGP のために十分な体制と意思決定能力を割り当てられるか確認の必要がある。
- バイシャーダ・サンチスタ地域の下水道施設は、本事業で整備される施設も含めバイシャーダ・サンチスタ・ビジネス・ユニット（RS）が運営・維持管理を行う。既存の下水处理場や下水道用ポンプ場の運営・維持管理は業務量に対して実施体制、予算ともに不十分で多くの不具合が生じている。また、下水处理場の流入入水の水質モニタリングも不十分である。本事業の効果発現には下水道施設の運営・維持管理体制の強化が必須である。
- ブラジル国の上下水道セクターでは連邦政府主導での高い目標設定と規制強化の流れがある。本事業の実施には SABESP の安定的経営が不可欠であるため、上下水道接続率の目標達成など、Novo Marco やそれに関連して連邦政府等が発行するガイドライン等に対して SABESP は的確な対応をとる必要がある。

(5) 総合評価

以上を総合的に勘案すると、本事業は技術面、環境社会面、経済・財務面、組織面で妥当性を有しており、我が国の資金協力により実施する妥当性は十分であると評価する。ただし、評価の中で抽出された懸念事項に対し、リスク管理の観点から次の 17.1.2 にて分析を行う。

17.1.2 事業に関わるリスクと回避策、緩和策および対応策

17.1.1 で述べた事業評価を踏まえ、本事業の円滑な実施および事業効果発現の妨げとなり得るリスク項目とその対応策を表 17.1 に示す。

表 17.1 事業に関わるリスクと対応策

主要なリスク	リスク 評価結果	リスクへの対応
1. ステークホルダー・リスク (Stakeholder risk)		
大幅な政策転換や規制等により事業が実施中止または中断となるリスク (審査段階 、 事業実施段階)	確率：低 影響：中	<ul style="list-style-type: none"> - リスクの顕在化前にアクションがとれるよう連邦政府の政策動向をモニタリングする (責任機関：JICA) - Novo Marcc とそれに関連して発行されるガイドライン類に関し、SABESP と各市のあいだの事業計画の見直しなど SABESP の対応状況をモニタリングする (責任機関：JICA)
用地取得の遅れにより事業が遅延するリスク (審査段階 、 事業実施段階)	確率：低 影響：中	<ul style="list-style-type: none"> - 用地取得の予算を早期に確保するとともに地権者との交渉を早期に実施する (責任機関：SABESP) - 事業の審査段階で用地取得の進捗とスケジュールを確認し、実現可能性を審査する (責任機関：JICA) - 地権者との合意が困難とみられる下水道用ポンプ場用地があれば速やかにポンプ場建設位置の見直しによる解決策を図る (SABESP、コンサルタント)
2. 実施機関リスク (Executing agency risk)		
2.1 キャパシティ・リスク (Capacity risk)		
SABESP が本事業の UGP に適切な体制を敷くことができず、事業の便益の低下、コストの上昇、開発目標の未達、事業の遅延が発生するリスク (審査段階 、 事業実施段階)	確率：低 影響：中	<ul style="list-style-type: none"> - 審査の段階で事業の実施体制につき合意する (JICA、SABESP) - UGP の体制はトップが速やかに意思決定を行え、適所に専属の要員、円借款事業への従事経験者を配置する。また、繁忙期には SABESP 内の他部所から速やかな補強が行えるようにする (責任機関：SABESP) - コンサルタントサービスには UGP を全面的に支援できるだけの要員数を見込む。また、主要ポジションには円借款事業への従事経験者を求める (責任機関：SABESP) - 1 つの事前資格審査や入札で複数のパッケージを取り扱うようにし業務量を軽減する (責任機関：JICA、SABESP) - 入札図書作成と JICA 同意の期間を短縮するため、JICA が事業実施に先立って標準書類に対応したポルトガル語版の書類を SABESP に提供する (責任機関：JICA)
2.2 政府リスク (Government risk)		
連邦政府、州政府の意思決定プロセスが適切に機能しない場合、事業の遅延につながるリスク (審査段階 、 事業実施段階)	確率：中 影響：中	<ul style="list-style-type: none"> - 環境公社 (CETESB) への環境許可申請は資金源が確定した時点で速やかに開始する (責任機関：SABESP) - 実施期間中、政府に関連する意思決定や手続きが事業の進捗に影響を与えることが予見された場合、SABESP に対し、コンサルタントや JICA は SABESP に対し適宜注意喚起と対応策を提案する (責任機関：JICA、コンサルタント)
2.3 不正・汚職リスク (Fraud & corruption risk)		
事業実施に関連する調達で不正により高コストとなるリスク、調達での不正が認められた場合に事業が遅延するリスク (審査段階 、 事業実施段階)	確率：低 影響：大	<ul style="list-style-type: none"> - コンサルタント、工事業者の選定においては JICA 調達ガイドライン、標準事前資格審査類、標準入札書類を適用する - 不正や汚職に関与した業者に対して、上のガイドライン、書類にもとづいて厳格に審査する (いずれも責任機関：SABESP、コンサルタント、JICA)
3. 事業リスク (Project risk)		
3.1 設計リスク (Design risk)		
施設の計画や設計の不備により事業の便益の低下、コストの上昇、開発目標の未達につながるリスク (審査段階 、 事業実施段階)	確率：中 影響：中	<ul style="list-style-type: none"> - マスタープランの改定作業が完了した後、水需要予測や施設計画において、本事業の仕様に大きな影響を与え得る更新の有無を確認する (責任機関：JICA) - コンサルタントの TOR に、既存設計のレビュー業務を十分なインプット量と期間をもって含める (責任機関：JICA、

主要なリスク	リスク 評価結果	リスクへの対応
		SABESP)
3.2 他プログラム、他ドナーリスク (Program/Donor risk)		
関連ドナー案件と本事業のデマケーションが適切に行われず、非効率なコスト配分となるリスク (審査段階、 事業実施段階)	確率：低 影響：小	- 現在のところ本事業と干渉する他ドナー案件はないが、干渉の可能性のある案件が浮上した場合は速やかにコミュニケーションをとり調整を図る (責任機関：SABESP、JICA)
本事業で整備する施設の稼働と関わりのある他事業が行われず、開発目標の未達につながるリスク (審査段階 、 事業実施段階)	確率：中 影響：中	- 審査の段階で、関連する他事業の実実施計画を確認し実施可能性を審査する (責任機関：JICA) - 本事業の進捗に遅れないよう関連他事業を確実に実施する (責任機関：SABESP) - 本事業のみでなく、関連する他事業の進捗もモニタリングする (責任機関：JICA)
3.3 工期、品質リスク (Delivery quality risk)		
本事業で整備された施設の運営・維持管理が適切に行われず事業の便益が想定どおりに発現しないリスク (審査段階 、 事業実施段階)	確率：中 影響：大	- 本事業で整備する下水処理場、ポンプ場の運営・維持管理体制について、下水処理場の水量・水質モニタリングの体制も含め審査段階で合意する (責任機関：JICA、SABESP)

出典：調査団作成

17.2 提言

本事業の円滑な実施および期待される事業効果の発現を妨げる可能性のあるリスクに対し、JICA、SABESP、コンサルタントの取り得る回避策、緩和策は17.1.2で提言したとおりである。これに加え、本事業を円借款により実施するにあたっての水道コンポーネントの取り扱いにつき以下に提言する。

本事業の主要な対象は下水道施設であり、12章で示した工事費によると水道コンポーネントが全体工事費に占める比率は僅かに8.8%である。対象となっている送配水施設は既存施設を拡張、補強するための施設であるが、SABESPは現在2011年に作成されたマスタープランの改定を行っており、対象施設も含め水需要予測や送配水計画が更新される見通しである。したがって、本調査で見込んでいた施設仕様と工事費には今後少なくない変動が生じる可能性がある。

また、水道事業が加わることでSABESPのUGP、コンサルタントともに必要な要員が増え、両者外の関係者も増加する。従事する要員や関係者の増加はコストと迅速な事業実施の両面で事業に負の影響を与え得る。さらに、下水道に特化した事業であればコンサルタントは下水道を専門とする要員で臨むことができるが、水道事業が加わるとプロジェクトマネージャー以下、一部の主要ポジションは上下水道両方に経験のあるジェネラリスト寄りの人選となる。

本事業の対象である水道施設は水道サービスの更なる改善に必要な重要施設である。しかし、以上に述べたように10%以下のシェアの水道施設を含めることで事業全体の確実性と効率性が低下する可能性がある。そのため、本事業の核心である下水道施設を速やかに高い品質で整備する

ことを企図して、水道コンポーネントを円借款の対象から除外することも検討の余地があると考えられる。なお、円借款事業から切り離すことは、SABESP が緊急性の強い水道施設の整備をより高い自由度で迅速に行えるようになる点でもメリットがある。

上の提言に対し SABESP からは、下水道コンポーネントに特化することがより妥当と判断された場合の提案として、現在の水道コンポーネントの代わりに、優先度が高く建設費が同等のエリアの下水道管路整備を本事業に組み込む提案があった。SABESP より提案された代替エリアの下水道計画の概要と概算コストを添付資料 17.1 に示す。また、本調査の過程では、要請には含まれていなかったものの SAEBSP からの要望があって本事業に含める検討を行ったエリア¹があり、そのようなエリアの下水道計画の概要と概算コストも添付資料 17.1 に示す。

表 17.1 に示すように、水道コンポーネントの代替案として考え得る下水道管路整備エリアでは 68.39 km の管路が計画され、工事費は中継ポンプ場も含めて計 35.48 億円（165.0 百万リアル）と概算されている。これに対し、水道コンポーネントの工事費は 22.00 億円（102.3 百万リアル）である。代替エリアの下水道管路整備費は水道コンポーネントの工事費をやや上回ると想定されるため、水道コンポーネントと同額のスコープに置き換えるには、代替スコープ案の中での取捨選択を行う必要がある。

表 17.1 水道コンポーネントの代替スコープとして考え得る下水道管路の整備エリア

分類	処理区	処理分区	管路延長	概算工事費
水道コンポーネントの代替スコープとして SABESP が提案したエリア	Guapiranga	MD3.6, MD3.7, MD3.8, MD2.8, MD2.8A1, MD2.8A2	51.13 km	124.28 百万 R\$ 26.69 億円
	Anchieta	ME5.13, ME5.14, ME5.15	6.24 km	16.70 百万 R\$ 3.59 億円
自己資金で実施することとなったエリアの代替として SABESP が提案したエリア	Anchieta	ME5-9, ME Centro	11.02 km	24.02 百万 R\$ 5.20 億円
計			68.39 km	165.0 百万 R\$ 35.48 億円

出典：SABESP

¹ 要請に含まれていた整備エリアの一部を自己資金で先行的に実施することになったため、その替わりとして本事業に含めることを SABESP が提案したもの。調査の過程では位置以外の情報が得られなかったが、代替エリアの提案時に概算の管路延長と工事費が SABESP より提示された