

Título MANUAL DE PROJETOS DA SANEAGO - 12.02 - PROJETO DE AUTOMAÇÃO**Objetivo** Manual de Projetos da SANEAGO**Aplicação** SUESP**DIRETORIA DE EXPANSÃO (DIEXP)****SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E PROJETOS (SUESP)****GRUPO 12 – PROJETO ELÉTRICO E DE AUTOMAÇÃO****MÓDULO 12.03 – PROJETO DE AUTOMAÇÃO****Sumário**

1 - Apresentação.....	3
2 - Referências Normativas a Consultar.....	3
3 - Definições, Siglas e Abreviaturas.....	3
4 - Fluxo do Projeto.....	4
4.1 - Documentos de entrada.....	4
4.2 - Desenvolvimento do projeto.....	4
4.3 - Documentos de saída.....	4
5 - Arquitetura do Sistema.....	5
5.1 - Níveis de controle.....	6
5.2 - Níveis de complexidade por aplicações e sistemas (SAS/SES).....	6
5.3 - Padrões adotados pela Saneago.....	6
5.3.1 - Rede de comunicação interna.....	6
5.3.2 - Comunicação Externa.....	7
5.3.3 - Banco de Dados.....	7
5.3.4 - Sistema Supervisório.....	7
5.4 - Equipamentos de automação.....	7
5.4.1 - Pannel de automação.....	7
5.4.2 - CLP Codesys / Automação para Sistemas de Média e Alta Complexidade.....	8
5.4.3 - Unidade Remota.....	9
5.4.4 - Módulos de expansão de I/Os.....	9
5.4.5 - Switch Industrial.....	9
5.4.6 - Analisadores e Sensores.....	10
5.4.7 - Rádio Modem e antena.....	10
5.4.8 - CLP Padrão Saneago / Automação para Sistemas de Baixa Complexidade.....	10
5.4.9 - Comunicação do sistema supervisório.....	10
5.4.10 - Comunicação via Modbus-RTU.....	11
5.4.11 - Comunicação via Modbus-TCP.....	12

6 - Diretrizes de Instrumentação para SAA.....	14
6.1 - Centro de reservação.....	14
6.2 - Booster (elevatória de água na rede de distribuição).....	16
6.3 - Captação Subterrânea – Poço tubular profundo.....	17
6.4 - Captação de Água em Manancial Superficial.....	19
6.5 - Desarenador com limpeza mecanizada (em Captação ou ETA).....	20
6.6 - Gradeamento com limpeza mecanizada (em Captação ou ETA).....	21
6.7 - Elevatória de Água Bruta em Captação Superficial.....	23
6.8 - Estação de Tratamento de Água (ETA).....	24
6.9 - Unidade de Tratamento de Resíduos.....	26
7 - Diretrizes de Instrumentação para SES.....	27
7.1 - Estações elevatórias de esgoto.....	27
7.2 - Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).....	29
7.2.1 - Tratamento Preliminar – gradeamento e/ou peneiramento com limpeza mecanizada.....	29
7.2.2 - Tratamento Preliminar – Desarenador.....	30
7.2.3 - Tratamento Preliminar – Escumadora.....	31
7.2.4 - Calha Parshall.....	31
7.2.5 - Tratamento de Esgoto por Processos Físicos e Físico-Químicos – Decantação Primária.....	32
7.2.6 - Tratamento de Esgoto por Processos Físicos e Físico-Químicos – Flotação por Ar Dissolvido.....	32
7.2.7 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Filtro Anaeróbio.....	33
7.2.8 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Reator UASB.....	33
7.2.9 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Filtro Biológico Percolador.....	34
7.2.10 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Lodos Ativados.....	35
7.2.11 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Lagoas Aeradas.....	36
7.2.12 - Desinfecção com compostos à base de cloro e lançamento final.....	36
7.2.13 - Tratamento do lodo gerado em ETE – Desaguamento de Lodo.....	37
8 - Considerações Finais.....	38
9 - Controle de Revisões.....	38

1 - APRESENTAÇÃO

Este Módulo, denominado Projeto de Automação, aponta, em termos gerais, os estudos que devem ser realizados, os parâmetros mínimos a serem atendidos, as normas a serem consultadas e o conteúdo indispensável contido nos documentos entregues no âmbito da SANEAGO. Ressalta-se que os estudos, projetos e documentos produzidos não se limitam ao que aqui é apresentado, podendo ser complementados conforme necessário.

2 - REFERÊNCIAS NORMATIVAS A CONSULTAR

As principais referências para os serviços instruídos por este documento estão relacionadas a seguir. Salienta-se que a relação apresentada não exclui a necessidade de consulta e atendimento de outros documentos normativos relacionados e legislação pertinentes.

- NBR 14565 Procedimentos básicos para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada;
- Da ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações;
- Normas da Concessionária de energia elétrica;
- Norma ISA 5.1;
- Manual de Projetos da SANEAGO;
- Manual de Obras da SANEAGO;

Outras normativas e bibliografias consolidadas podem ser utilizadas desde que submetidas e autorizadas pelo setor de projetos da SANEAGO.

3 - DEFINIÇÕES, SIGLAS E ABREVIATURAS

As Definições utilizadas neste documento encontram-se no Módulo 100.01 – Apêndices – Glossário. As Siglas e Abreviaturas utilizadas neste documento estão definidas abaixo e no Módulo 100.02 – Apêndices – Siglas e Abreviaturas.

- CLP – Controlador Lógico Programável
- DPS – Dispositivo de Proteção Contra Surto
- ETA – Estação de Tratamento de Água
- ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
- I/Os – entradas e saídas
- PID – Controle Proporcional Integral Derivativo
- RAP – Reservatório Apoiado
- REL – Reservatório Elevado
- SAA – Sistema de Abastecimento de Água
- SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

4 - FLUXO DO PROJETO

O projeto de automação deverá se basear no projeto hidráulico, pois é nesse que estarão previstos os principais atuadores, como válvulas, comportas, bombas e dosadoras. Também é fundamental que o engenheiro projetista do sistema de automação interaja com os responsáveis da hidráulica para compreender o que deve ser automatizado, e também como as funções devem ser automatizadas.

O anteprojeto de automação contendo a arquitetura do projeto de automação deve preceder a aprovação do projeto elétrico, para que painéis de automação e instrumentos já tenham suas alimentações e locações previstas. Ainda no que diz respeito à integração com o sistema elétrico, o projeto de automação deverá incluir a subestação de entrada de energia, o que será feito após o projeto desta, ocasionando então um adendo ao projeto de automação inicial.

4.1 - Documentos de entrada

O projeto de automação deve ser concebido a partir das definições do hidráulico e elétrico. O projeto hidráulico deve fornecer os seguintes documentos:

- Lista de atuadores (válvulas, comportas, bombas, dosadoras, agitadores, rapadores e etc);
- Lista de instrumentos (medidor de vazão, nível, pressão, analisadores de processo);
- Fluxograma do processo, incluindo a posição dos instrumentos;
- Diretriz de operação.

O projeto elétrico deve fornecer os dados da subestação, como os limites de operação, para que esta seja também monitorada pelo sistema de automação principal.

4.2 - Desenvolvimento do projeto

De posse dos documentos fornecidos do projeto hidráulico, o projetista deve definir:

1. Lista de todos os atuadores e instrumentos com suas respectivas interfaces de comunicação;
2. Quantidade e tipo de I/Os para todos os atuadores e instrumentos listados. Como a distribuição de I/Os nos módulos de expansão varia entre fabricantes, o projetista pode manter a quantidade de módulos em aberto, desde que atenda ao total necessário, incluindo as reservas. Deve-se incluir também a reserva de I/Os e os respectivos dispositivos de proteção (DPS, relé isolador e isolador de rede);
3. Quantidade de CLPs e remotas suficientes para as leituras, processamentos e atuações dos sistemas, levando em conta a quantidade de processos, tamanho da instalação e equilíbrio econômico.

4.3 - Documentos de saída

O projeto de automação deve ser composto dos seguintes documentos:

- Anteprojeto de Automação:

- Memorial descritivo;
- Arquitetura da rede, mostrando a topologia de interligação entre os painéis;
- Fluxograma hidráulico com o detalhamento da automação;
- Desenho da planta baixa, cortes (escalas), indicando a localização dos painéis, atuadores, instrumentos e cabeamento;
- Lista de instrumentos;
- Lista de interfaces, indicando os painéis, hardware contido em cada painel, I/Os de cada componente de hardware, tipo de I/O, tipo de cabo que sai de cada I/O, tipo de I/O no atuador ou instrumento de destino de cada cabo, **conforme modelo em anexo**;
- Especificação técnica de materiais, equipamentos e serviços;
- Diagrama esquemático de interfaces eletrônicas dos painéis;
- Desenho dos cortes, indicando os painéis;
- Diagrama esquemático de alimentação dos painéis;
- Desenho dos painéis, com diagrama de força e régua de bornes;
- Detalhes de instalação mecânica de instrumentação, além das vistas internas e externas;
- Desenho das soluções de aterramento;
- Lista de cabos e materiais consolidada, dividida por painel, instrumentação e infraestrutura;
- Especificação de software de controle e automação, definindo as variáveis controladas e manipuladas de cada processo.
- Especificação do software de monitoramento (SCADA), quando aplicável.

5 - ARQUITETURA DO SISTEMA

A definição da arquitetura é o ponto de partida para o projeto de automação. O projetista deve identificar a localização dos instrumentos e atuadores e, a partir desta informação, posicionar os painéis que vão se conectar a eles. Esse posicionamento deve levar em conta a economicidade, evitando usar cabos em demasia; a confiabilidade, adotando redundância de rede (topologia em anel) em funções críticas, entre outras. A Saneago deve aprovar preliminarmente o anteprojeto antes que a projetista proceda ao detalhamento do projeto básico.

Também faz parte da definição da arquitetura a distribuição entre CLPs, capazes de realizar processamento, e

remotas de campo, que apenas fazem leituras e comandos, levando em conta os mesmos critérios anteriormente citados. Tanto os CLPs quanto as remotas de campo se comunicarão através de uma rede interna.

A comunicação entre os equipamentos (medidores de vazão, atuadores elétricos, CLPs, IHMs, acionadores de motores, inversores de frequência, medidores de nível, entre outros) deverá ser realizada, preferencialmente, por meio de protocolo de comunicação Modbus TCP ou Modbus RTU, conforme as necessidades do projeto. Essa escolha visa otimizar o uso de cabos, reduzir a complexidade da infraestrutura de passagens e garantir maior eficiência nas operações de leitura e escrita nos dispositivos. Equipamentos que utilizem protocolos de comunicação diferentes não serão aceitos.

5.1 - Níveis de controle

O sistema de automação deve ser projetado para operar o sistema de forma **autônoma**, com o CLP lendo informações vindas de analisadores e sensores, através da rede de comunicação, e tomando decisões de comando dos atuadores através do seu software.

Alternativamente, o sistema deve permitir que operadores enviem comando para os atuadores de forma **remota**, através do sistema supervisório ou IHMs em campo. Este procedimento deve ser tomado em casos excepcionais, em que, por exemplo, haja falha dos analisadores, entre outros.

Uma segunda alternativa que o sistema deve permitir é a atuação feita por operador **local** (diretamente em campo), através de botoeiras localizadas no próprio atuador. Esta alternativa deve estar presente para o caso de falha do sistema de comunicação e processamento. No caso de atuadores de válvula, dosadores, softs-starters, inversores e outros esse comando local é a própria IHM no corpo do equipamento. Já para o caso de motores, esse comando local é o painel onde fica o inversor, soft-starter ou contator de partida.

5.2 - Níveis de complexidade por aplicações e sistemas (SAS/SES)

a) Baixa Complexidade (CLP Saneago):

Poços Tubulares e Centros de Reservação (CR) – Elevados e Apoiados, Elevatórias de água e esgoto de pequeno porte, com motores até 50CV;

b) Média Complexidade (CLP Codesys):

Estações Elevatórias (água e esgoto) e Boosters com motores acima de 50 CV - Necessidade de controle de processo local simplificado;

c) Alta Complexidade (CLP Codesys):

Estações de Tratamento de Água (ETA), Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), e Unidades de Tratamento de Resíduos (UTR) - Necessidade de controle de multiprocessos;

5.3 - Padrões adotados pela Saneago

Os padrões adotados pela Saneago são os seguintes:

5.3.1 - Rede de comunicação interna

O protocolo de rede deve ser obrigatoriamente **Modbus TCP** entre CLPs, remotas de campo, analisadores de processo e atuadores contínuos (como inversores e dosadores), podendo utilizar meio físico em par trançado (cabos de rede UTP com conectores RJ45) ou fibra óptica.

Pode ser aceito protocolo **Modbus-RTU** para acionamentos discretos no tempo, como atuadores de válvula.

Sensores de grandezas básicas como nível, vazão e pressão; não costumam estar disponíveis no mercado com interface Modbus TCP/IP, logo poderão ser aceitos com entradas analógicas ou Modbus-RTU. Eventualmente, em redes seriais, devem ser projetados os isoladores de rede a quente.

5.3.2 - Comunicação Externa

Unidades isoladas, como poços, deverão se comunicar com uma unidade central da Saneago através de link de rádio ou fibra, em solução compatível com a central.

A P-SDA deverá informar a solução adotada na localidade, que pode ser antena de **900 MHz ou 5 GHz em RS-485 ou Ethernet**. Preferencialmente utilizar o Radio serial RS-485 nos projetos, em virtude dos padrões de automação já adotados e utilizados pela companhia.

5.3.3 - Banco de Dados

O SGBD adotado pela Saneago é o **PostgreSQL**.

5.3.4 - Sistema Supervisório

Para sistemas de baixa complexidade o supervisório a ser adotado é o Supervisório Saneago.

Para sistemas de média complexidade, onde normalmente se usará apenas um painel de automação, com processamento local, o projetista deve prever comunicação direta com o supervisório da Saneago para fornecimento de informações, sem necessidade de um SCADA local.

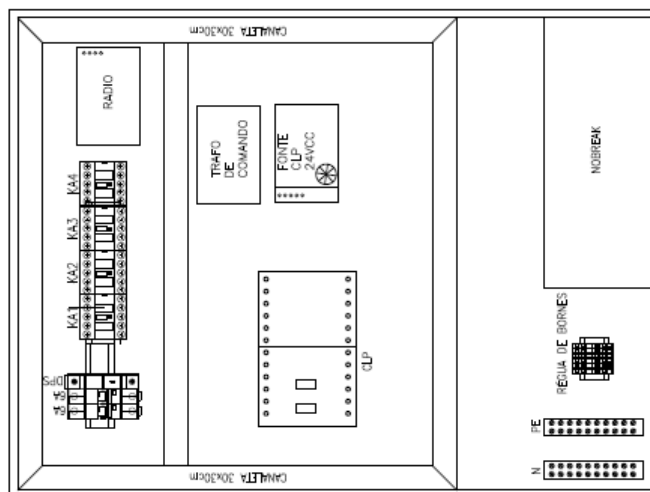
Para sistemas de alta complexidade, o projetista deve prever um **sistema Supervisório SCADA-LTS** para monitorar a planta e interagir com o operador. Este, por sua vez, deverá fornecer informações ao sistema supervisório central da Saneago, gerido pela P-SDA.

5.4 - Equipamentos de automação

5.4.1 - Paineis de automação

O painel é o suporte físico que abrigará os CLPs, remotas e switches. O projeto básico deve contemplar a infraestrutura de alimentação e proteção dos equipamentos de automação, como disjuntores, nobreak, dispositivo de proteção contra surto, fonte CC e fusíveis, conforme o diagrama abaixo.

Figura 1. Paineis de Automação ilustrativo com equipamentos mínimos



5.4.2 - CLP Codesys / Automação para Sistemas de Média e Alta Complexidade

O sistema de automação deve conter um ou mais CLPs, conforme decisão do projetista, para executar o controle dos processos. O dimensionamento de memória e capacidade de processamento deve ser feito de acordo com as necessidades do projeto, como quantidade de instrumentos e atuadores, velocidade de resposta e etc.

Para facilitar eventuais trocas do CLP, recomenda-se que nenhuma entrada e saída seja conectada ao seu corpo, mas se use uma remota ao lado dele para fazer as leituras.

Os CLPs adotados pela Saneago devem ser programáveis via **CODESYS puro**, para facilitar manutenção, em virtude dos padrões de automação já adotados e utilizados na Companhia. As principais características deste equipamento estão listadas abaixo:

- a) CPU com no mínimo 500 MHZ de processamento, memória interna de no mínimo 1024 MB, com no mínimo 16.000 KB de memória reservada para a lógica de programação;
- b) Alimentação em 24 Vcc;
- c) O CLP deverá ser programável por meio do software de programação CODESYS versão 3.5.12 ou superior, disponível no site: <https://store.codesys.com/codesys.html>. Todas as licenças necessárias para a execução e/ou programação deverão ser fornecidas sem ônus para a SANEAGO. Não será aceito outro software de programação para o CLP;
- d) Devera possuir no mínimo duas portas Ethernet para programação de CLP e para comunicação com outros dispositivos com Remota sistema supervisório, dispositivos de campo e acesso remoto;
- e) Devera possuir no mínimo uma porta serial 485 para comunicação com outros dispositivos de campo;
- f) Pela comunicação Ethernet, o CLP devera ser escravo de um sistema supervisório, e também ser mestre de outro Remota;
- g) Devera ser capaz de se comunicar via protocolo Modbus/RTU, Modbus/TCP e OPC-UA independente da configuração de mestre ou escravo;
- h) Webserver Integrado: Deverá possuir funções WEBSERVER para customização de páginas HTML compatível com HTML5 ou JAVA;
- i) Não serão aceitos CLP que possuam somente páginas WEB de manutenção e páginas pré programadas de disponibilização de dados. A função WEBVISU deve permitir a criação de no mínimo 10 páginas de supervisão que representem graficamente os equipamentos a serem monitorados/controlados. As páginas de monitoramento deverão ser acessadas via Browser (Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox) na mesma rede da IHM/CLP;
- j) Range mínimo de temperatura de operação: 0.º a 50 ºC;
- k) Deverão ser fornecidos todos os cabos de conexão, drivers, softwares e recursos computacionais necessários para

a comunicação e parametrização do CLP sem ônus para a SANEAGO;

l) Os graus de proteção mínima devera ser: IP20 na parte traseira e IP65 na parte frontal;

m) O dispositivo devera possuir relógio de tempo real.

5.4.3 - Unidade Remota

Alocados no interior do Painel de automação, sua função é receber os sinais dos equipamentos e de todos os seus componentes através das I/Os (cartões de entrada e saída). Quando o sinal é recebido, a remota de campo transmite por protocolo Modbus TCP ao CLP. A remota deve também realizar a lógica inversa, ou seja, a remota recebe comandos do CLP e os transmite às máquinas. As principais características deste equipamento estão listadas abaixo:

- a) Alimentacao em 24 Vcc;
- b) Montagem em trilho din;
- c) Devera possuir no minimo duas portas Ethernet para comunicacao Modbus TCP com outros dispositivos;
- d) Devera suportar no minimo 48 cartoes de entradas e saidas conectadas a um mesmo bastidor;
- e) Pagina web integrada para diagnostico e configuracao do endereco IP;
- f) Capacidade de suportar 6 acessos simultaneos de diferentes dispositivos para leitura e escrita de dados;
- g) Os modulos de I/O discretos devem possuir o recurso de manter o ultimo estado ou assumir um estado de ligado ou desligado, caso ocorra perda de comunicacao com a CLP principal, todos os recursos devem ser configurados pelo software de programacao e configuracao;
- h) Os modulos de I/O analogicos devem possuir o recurso de manter o ultimo estado ou assumir um estadopreestabelecido de 0 a 100%, caso ocorra perda de comunicacao com a CLP principal, todos os recursos devem ser configurados pelo software de programacao e configuracao;
- i) Range de temperatura de operacao: 0° a 50 °C;
- j) Taxa de transmissao 10/100 Mbps;
- k) DIP Switch para configuracao.

Os cartoes de leitura e/ou escrita das variaveis de campo abaixo relacionadas precisam estar acoplados diretamente na remota.

5.4.4 - Módulos de expansão de I/Os

Os módulos, também chamados de cartões de expansão I/O, servem para expandir a capacidade de I/Os dos CLPs e remotas. Estes devem ser protegidos com a utilização de relés de interface para I/Os digitais e DPS para I/Os analógicas.

5.4.5 - Switch Industrial

Tem a função de estabelecer a conectividade de rede Ethernet entre os CLPs, remotas, analisadores e atuadores. Deve ser de uso industrial, para instalação dentro dos painéis.

Caso a arquitetura adote topologia em anel, esta deverá ser feita com switches gerenciáveis, pois os não gerenciáveis não possuem a funcionalidade de gerenciar esse tipo de topologia. As principais características deste equipamento estão listadas abaixo:

- a) Tensão de alimentação: 24 vcc;
- b) Tipo de montagem: em trilho de fixação tipo DIN;
- c) Interface de comunicação: Ethernet RJ-45;
- d) Quantidade de portas para comunicação com outros dispositivos;
- e) Velocidade de transmissão: 10/100Mbit/s (mínimo);
- f) Detecção automática de conexão mdi/mdix;
- g) Aprendizado e atualização automática dos endereços;
- h) Com LEDs de indicação de estado, diagnóstico e atividade da porta;
- i) Estrutura em invólucro metálico;
- j) Normas e certificações: IEC 60068-2-32 (queda livre), IEC 60068-2-27 (choque) e IEC 60068-2-6 (vibração), Anatel (EMC), IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.1p, IEEE 802.1X e IEEE 802.3az (comunicação).

5.4.6 - Analisadores e Sensores

Os analisadores de processo serão os responsáveis pela leitura de variáveis e comunicação para os CLPs e remotas. O projeto deve prever a infraestrutura de alimentação e comunicação, bem como a localização dos mesmos. Conforme as diretrizes do **capítulo 6 e 7**.

5.4.7 - Rádio Modem e antena

O rádio modem tem a função de modular um sinal Ethernet ou serial (RS485, por exemplo) em uma frequência que possa ser transmitida por uma antena. Em caso de utilização, a P-SDA deverá ser consultada, conforme item 5.3.2, por esta conhecer o padrão utilizado em cada localidade.

5.4.8 - CLP Padrão Saneago / Automação para Sistemas de Baixa Complexidade

Alternativamente ao uso de CLPs, pode-se adotar relés programáveis, como o Siemens LOGO ou WEG Click, em sistemas de pequeno porte. **As descrições técnicas deste CLP Padrão Saneago, Rádio Transmissor (Freewave) e antenas estão na Especificação Técnica Normalizada de Automação e Hardware.**

5.4.9 - Comunicação do sistema supervisor

A comunicação do sistema supervisor utiliza o protocolo Modbus, a versão mais utilizada é o Modbus-RTU mas também é utilizado em algumas localidades o Modbus-TCP e em alguns casos ambas versões do protocolo. O protocolo Modbus é baseado em uma rede mestre – escravo, a comunicação é estruturada a partir do computador onde o programa supervisor é executado (mestre) para as unidades operacionais.

Para cada versão do protocolo Modbus é alterado o tipo de rádio e CLP utilizados no sistema de automação.

5.4.10 - Comunicação via Modbus-RTU

Este é modo de comunicação utilizado na maioria dos sistemas de automação, onde são utilizados o rádio Freewave (frequência de 900 MHz) e o CLP “Padrão Saneago”. O rádio Freewave possibilita a criação de uma rede seguindo o padrão Modbus (mestre-escravo) e também pode ser configurado para realizar a repetição do sinal, facilitando o acesso a localidades com topografia desfavorável para comunicação via rádio.



Figura 2. Rádio Freewave

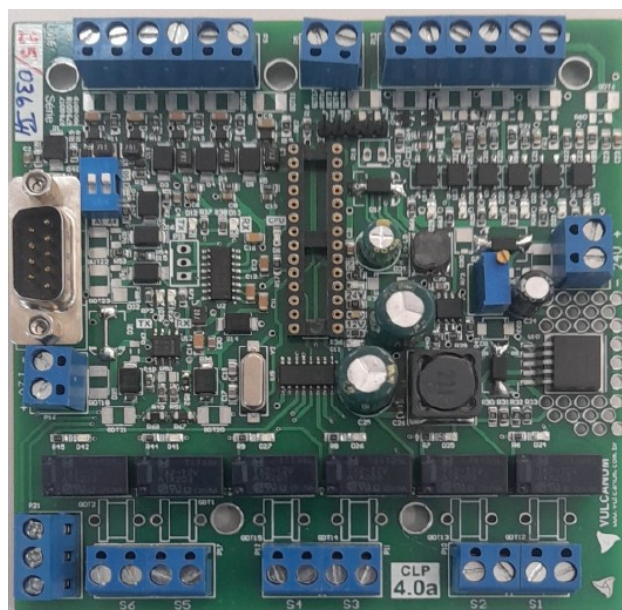


Figura 3. CLP Padrão Saneago

O programa supervisor é interligado à um rádio programado como mestre (através de uma porta de comunicação serial) e nas demais unidades operacionais o rádio interligado ao CLP é programado como escravo. Cada CLP possui um endereço único na rede para se comunicar com o programa supervisor.

Toda a lógica de controle do acionamento de motores e monitoramento de níveis é realizada no programa supervisor, exceto nas Estações Elevatórias de Esgoto que possuem uma lógica de controle local dos acionamentos.

A comunicação do programa supervisor com as unidades remotas é realizada utilizando o padrão serial RS-232 ou RS-485. O padrão RS-485 possibilita a comunicação de até 32 equipamentos conectados em paralelo, o padrão RS-232 é uma comunicação ponto a ponto.

5.4.11 - Comunicação via Modbus-TCP

Este padrão de comunicação é utilizado atualmente em alguns distritos e em unidades isoladas de Goiânia e Itauçu pois o sistema supervisorio desenvolvido pela P-SDA possibilita a comunicação utilizando tanto o Modbus/TCP quanto o Modbus/RTU.

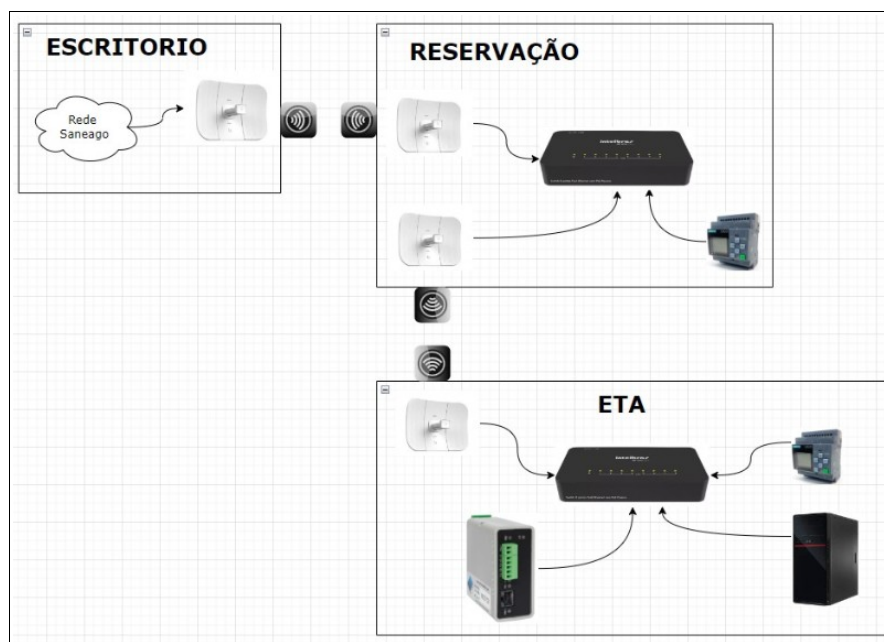


Figura 4. Esquema básico de uma rede comunicando via Modbus-TCP

Neste modo de comunicação são utilizados rádios com padrão de comunicação Ethernet que são integrados à intranet Saneago, e CLP's Siemens LOGO!. Para a repetição do sinal de comunicação são utilizados dois (ou caso necessario mais rádios) interligados via switch.

Os rádios são interligados numa ligação ponto a ponto em modo ponte transparente; sendo um rádio configurado com ponto de acesso e outro como estação. Diferente do modo de comunicação via Modbus-RTU os radios utilizados no modo TCP possuem mais de uma frequência, sendo 900 MHz, 2.4 GHz, 5.4 GHz e 1000 GHz. Atualmente os rádios que trabalham na frequência de 900 e 2.4 GHz são de baixa oferta no mercado. O modelo mais utilizado são os rádios que trabalham na faixa de 5.4 GHz que alem da grande oferta no mercado possuem um preço mais competitivo que os rádios que trabalham na faixa de 1000 GHz.



Figura 5. Rádios utilizados

Entretanto a faixa de trabalho de 5.4 GHz necessita de uma visada maior em relação a faixa de 900 MHz, dificultado assim a expansão da utilização do Modbus-TCP.



Figura 6. Instalação dos rádios utilizando a estrutura da Saneago

5.4.12 - Resumo dos sistemas de automação

A automação deve ser tratada como parte integrante do sistema, com seus elementos descritos como sub-itens correspondentes ao grau de complexidade (baixa, média e alta). A automação dos sistemas deve ser definida conforme sua complexidade por elemento:

Tabela 1. Resumo dos sistemas de automação e equipamentos principais.

SISTEMAS / ITENS	CLP	SUPERVISÓRIO	RÁDIO	COMUNICAÇÃO / PROTOCOLO	NOBREAK
BAIXA	CLP Saneago / WEG Click / SIEMENS Logo	Saneago Interno	Serial RS-485	Modbus RTU / Serial RS-485	Fonte Nobreak 200W 24V
MÉDIA	Codesys	Saneago Interno	Serial RS-485 / Solução alternativa	Modbus TCP / Ethernet	Industrial 1250W 220V/ Digiseno
ALTA	Codesys	SCADA LTS	Serial RS-485 / Solução alternativa	Modbus TCP / Ethernet	Industrial 1250W 220V/ Digiseno

6 - DIRETRIZES DE INSTRUMENTAÇÃO PARA SAA

A seguir são descritas as diretrizes de automação para processos típicos de SAA, com exemplos de fluxogramas, as variáveis a serem controladas e manipuladas em cada situação.

Os exemplos apresentados a seguir mostram as condições mínimas a serem adotadas para projetos de Sistemas de Abastecimento de Água que forem automatizados. Como existem diversas particularidades no âmbito de projetos de saneamento, estes exemplos atuarão como modelos para a elaboração de projetos similares.

6.1 - Centro de reservação

Todos os centros de reservação novos a serem projetados devem ser dotados de, no mínimo, medição de nível dos reservatórios, macromedição de vazão na saída do reservatório, acionamento automático local das bombas e comunicação com o sistema supervisório gerido pela P-SDA.

Para os centros de reservação típicos, contendo reservatórios e elevatória de água RAP-REL, o sistema de automação deve ser composto de, no mínimo:

- CLP ou relé programável.
- Switch, caso haja mais de um equipamento com protocolo de comunicação Modbus TCP e entrada Ethernet.
- Sistema de comunicação externa.
- Medição de pressão a jusante da elevatória.
- Medição de nível dos reservatórios.
- Macromedição das vazões que alimentam a rede
- Autuação elétrica da válvula de alimentação do RAP, permitindo controle de perdas, permitindo acionamento remoto e envio de status para o sistema supervisório.
- Demais registros e válvulas com acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.
- Controle do acionamento das bombas conforme definido do projeto hidráulico (soft-starter ou inversor de frequência).
- Relé de tensão ou Multimedidor de energia, a depender da relevância do sistema.
- Para conjuntos motobomba de potência acima de 250 cv, instalar sensor de vibração e temperatura.

As variáveis a serem controladas/manipuladas estão apresentadas na Tabela a seguir. Os fluxogramas, apresentados na sequência, ilustram a automação de centros de reservação típicos.

Tabela 2. Variáveis – Centro de Reservação e elevatória RAP-REL

-	Sem inversor de frequência	Com inversor de frequência
Variável controlada	Nível de água no reservatório.	Nível de água no reservatório.
Set Point	20 a 80%	Conforme definido pela operação
Variável Manipulada	Status da bomba (ligada/desligada)	Rotação do motor da bomba
Regra de controle	Histerese	PID
Variáveis de entrada	- Nível de água no reservatório - Temperatura do motor da bomba (monitoramento) - Vibração do motor da bomba (monitoramento) - Pressão na saída da bomba (monitoramento) - Vazão na saída da bomba (monitoramento)	- Nível de água no reservatório - Temperatura do motor da bomba (monitoramento) - Vibração do motor da bomba (monitoramento) - Pressão na saída da bomba (monitoramento) - Vazão na saída da bomba (monitoramento)
Comandos (CLP)	Ligar/desligar bomba	Rotação da bomba
Alarmes (supervisório)	- Motor sobreaquecido, - Vibração anormal no motor, - Pressão insuficiente. - Falta de energia. - Disjuntor.	- Motor sobreaquecido, - Vibração anormal no motor, - Pressão insuficiente. - Falta de energia. - Disjuntor.

Figura 1. Fluxograma típico de centro de reservação com elevatória RAP-REL.

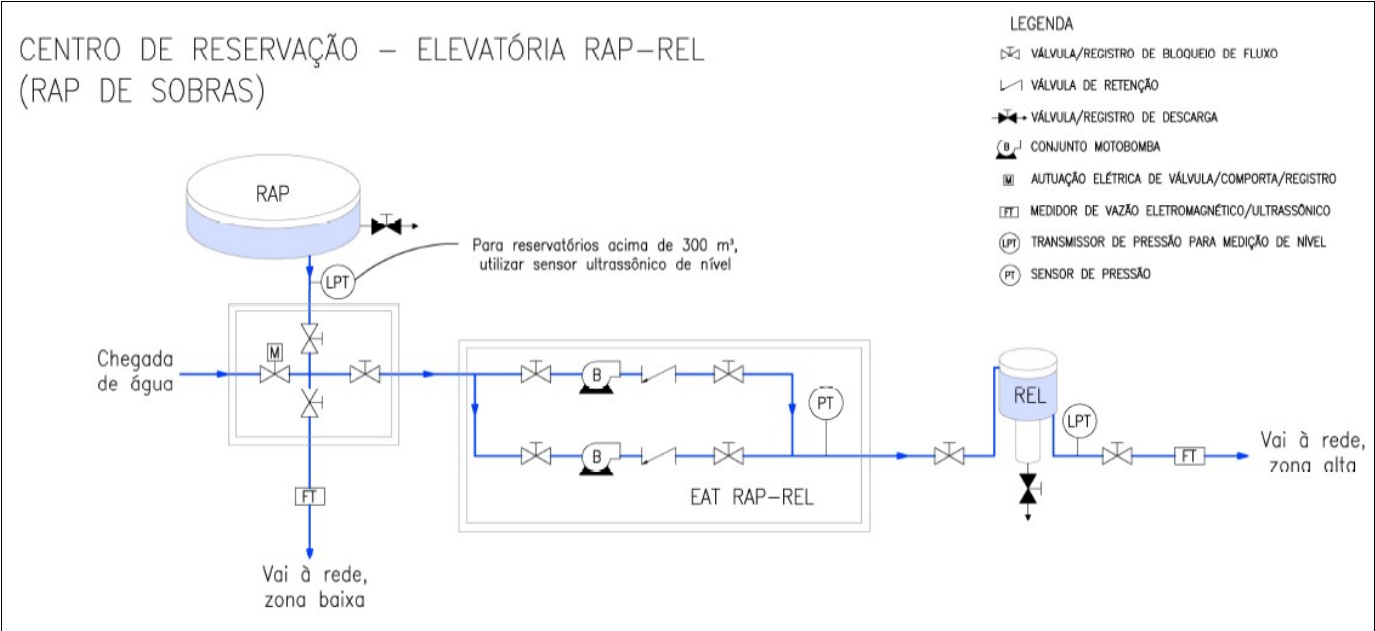
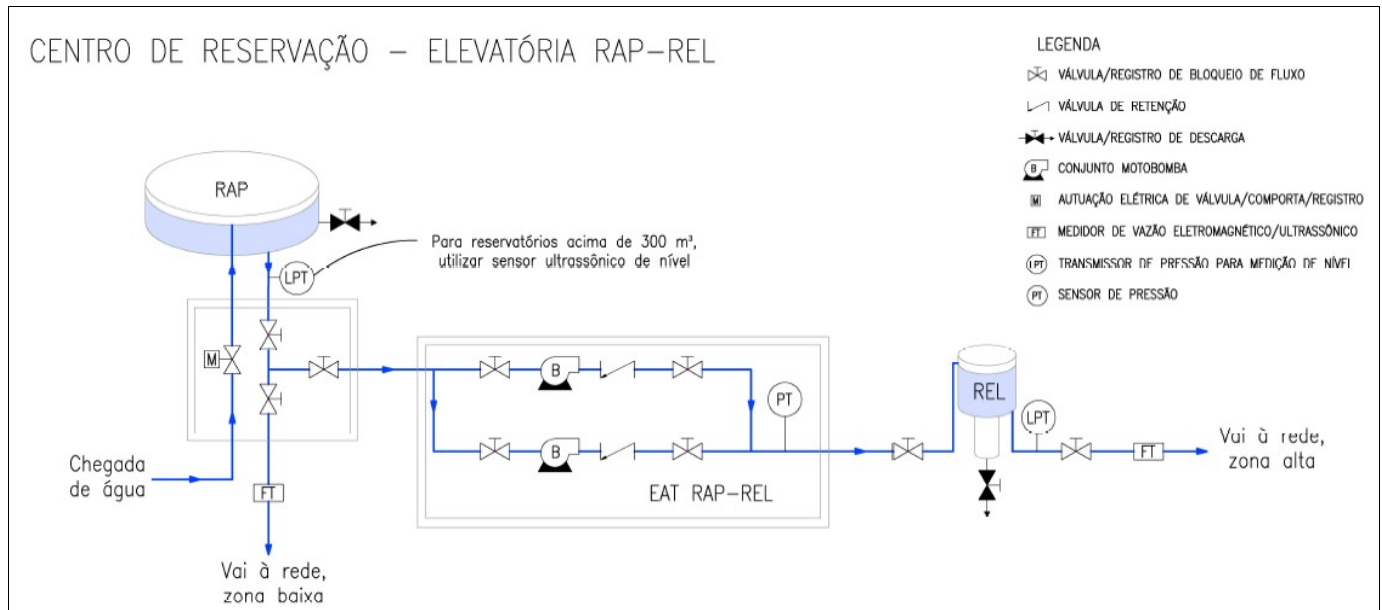


Figura 2. Fluxograma típico de centro de reservação com elevatória RAP-REL, com o RAP operando como reservatório de sobras.



6.2 - Booster (elevatória de água na rede de distribuição).

Todos os boosters novos a serem projetados devem ser dotados de sistema de automação com, no mínimo, medição de pressão a montante e jusante, inversor de frequência e acionamento automático local de bombas e comunicação com o sistema supervisor gerido pela P-SDA.

Automação composta de:

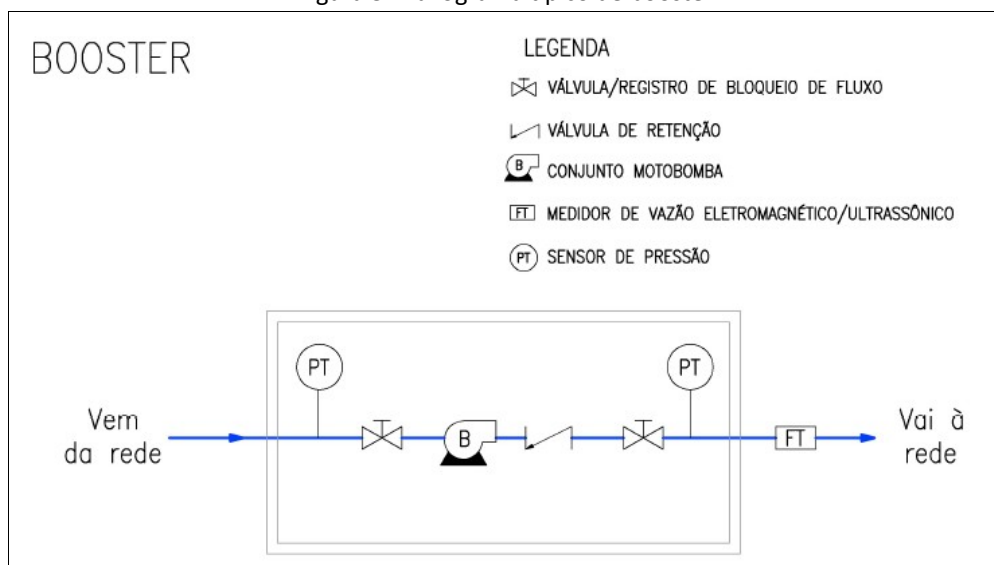
- CLP,
- Switch, caso haja mais de um equipamento com protocolo de comunicação Modbus TCP e entrada Ethernet.
- Sistema de comunicação externa.
- Medição de pressão a montante e a jusante da elevatória.
- Macromedição da vazão a jusante.
- Demais registros e válvulas com acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.
- Acionamento das bombas com inversor de frequência (todos os boosters).
- Relé de tensão ou Multimedidor de energia, a depender da relevância do sistema.
- Para conjuntos motobomba de potência acima de 250 cv, instalar sensor de vibração e temperatura.

As variáveis a serem controladas/manipuladas estão apresentadas na Tabela a seguir. O fluxograma, apresentado na sequência, ilustra a automação de boosters típicos.

Tabela 3. Variáveis – Booster.

Variável controlada	Pressão a montante da bomba
Set Point	Pressão de projeto
Variável Manipulada	Rotação do motor da bomba
Regra de controle	PID
Variáveis de entrada	• Temperatura do motor da bomba (monitoramento) • Vibração do motor da bomba (monitoramento) • Pressão na entrada da bomba (monitoramento) • Pressão na saída da bomba (monitoramento) • Vazão na saída da bomba (monitoramento)
Comandos (CLP)	Rotação da bomba
Alarmes (supervisório)	• Motor sobreaquecido, • Vibração anormal no motor, • Pressão insuficiente. • Falta de energia. • Disjuntor.

Figura 3. Fluxograma típico de booster.



6.3 - Captação Subterrânea – Poço tubular profundo

Todas as captações por poços a serem projetadas devem ser dotados de sistema de automação composto de, no mínimo, macromedição da vazão do poço, medição de nível do poço e controle automático local do acionamento da bomba e comunicação com o sistema supervisório gerido pela P-SDA.

Automação composta de:

- CLP ou relé programável,
- Sistema de comunicação externa.
- Macromedição da vazão (se Woltman, medição do pulso).

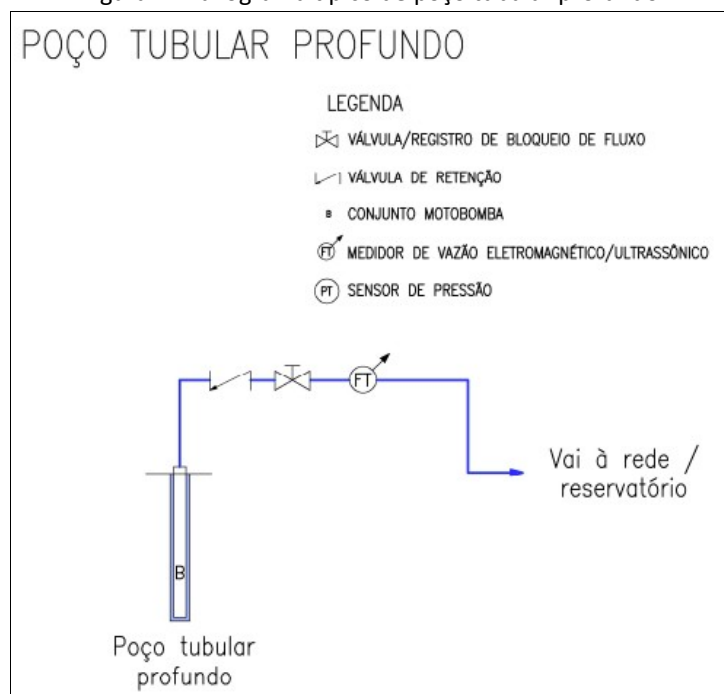
- Acionamento das bombas com soft starter.
- Se houver dosagem de cloro do reservatório a jusante, controlá-la a partir da medição de vazão do poço.
- Registros e válvulas – acionamento manual.
- Relé de tensão.

As variáveis a serem controladas/manipuladas estão apresentadas na Tabela a seguir. O fluxograma, apresentado na sequência, ilustra a automação de uma captação por poço típica.

Tabela 4. Variáveis – Poço tubular profundo.

Variável controlada	Tempo outorgado combinado com o nível a jusante
Set Point	A depender do projeto (tempo outorgado e reservatório a jusante)
Variável Manipulada	Acionamento da bomba (ligada ou desligada)
Regra de controle	Histerese
Variáveis de entrada	• Pressão na saída da bomba (monitoramento) • Vazão na saída da bomba (monitoramento)
Comandos (CLP)	Acionamento da bomba
Alarmes (supervisório)	• Pressão na saída da bomba • Vazão na saída da bomba muito baixa • Falta de energia. • Disjuntor.

Figura 4. Fluxograma típico de poço tubular profundo.



6.4 - Captação de Água em Manancial Superficial

Todas as captações de água a serem projetadas devem ser dotadas de automação, composta de, pelo menos:

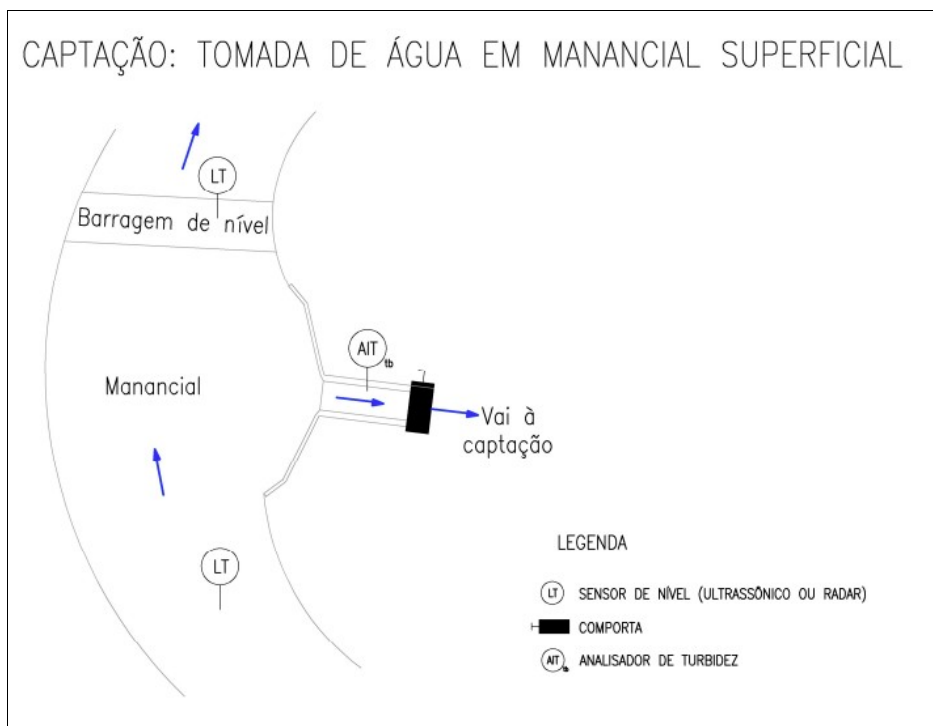
- CLP ou relé programável,
- Switch, caso haja mais de um equipamento com protocolo de comunicação Modbus TCP e entrada Ethernet.
- Sistema de comunicação externa.
- Medição de nível na barragem de nível (quando houver – de modo a permitir a aferição da vazão do manancial com base em seu nível).
- Medição de nível na seção do manancial (de modo a permitir a aferição da vazão do manancial com base em seu nível).
- Analisador de turbidez da água bruta (para captações mais relevantes no sistema).
- Relé de tensão ou Multimedidor de energia, a depender da relevância do sistema.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos de difícil acesso ou pesados.

As variáveis a serem controladas/manipuladas estão apresentadas na Tabela a seguir. O fluxograma, apresentado na sequência, ilustra a automação de uma captação em manancial superficial típica.

Tabela 5. Variáveis – Captação em Manancial Superficial

Variável controlada	Nível do reservatório a jusante
Set Point	A depender do projeto
Variável Manipulada	Rotação do motor da bomba
Regra de controle	PID
Variáveis de entrada	• Nível do manancial (monitoramento e restrição de captação) • Pressão na saída da bomba (monitoramento) • Turbidez (comunicação para a ETA) • Vazão a jusante da bomba
Comandos (CLP)	Rotação da bomba
Alarmes (supervisório)	• Nível do manancial baixo • Motor sobreaquecido, • Vibração anormal no motor, • Pressão insuficiente. • Falta de energia • Disjuntor.

Figura 5. Fluxograma típico de captação em manancial superficial.



6.5 - Desarenador com limpeza mecanizada (em Captação ou ETA)

Para desarenadores em captações ou ETAs que contenham equipamentos de limpeza/descarga mecanizada, deve ser implantado sistema de automação para acionamento destes sistemas e comunicação com a automação da unidade principal (ETA ou Captação). Para desarenadores que contenham somente limpeza manual, não é necessário prever sistema de automação.

Um desarenador com limpeza mecanizada típico deve ter sua automação composta de:

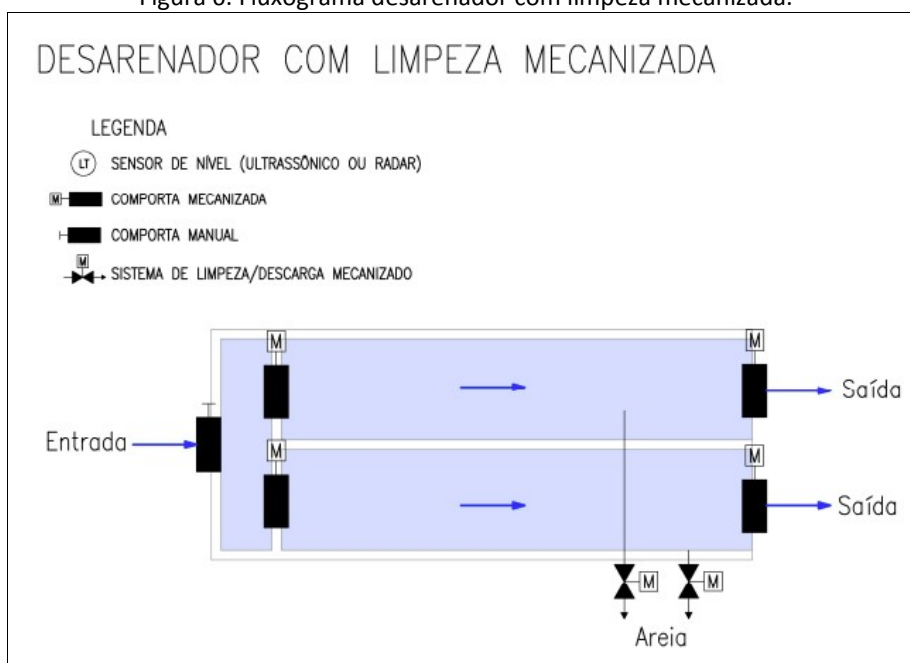
- CLP, – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da Captação/ETA, a depender da localização espacial.
- Sistema de comunicação externa.
- Sensor de nível do desarenador,
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de canais paralelos e leitura de status das comportas.
- Automação do sistema de limpeza do desarenador, conforme a solução definida no projeto hidráulico (por exemplo: descarga hidráulica, descarga com bomba, etc.)
- Relé de tensão ou Multimedidor de energia, a depender da relevância do sistema.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada atuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

As variáveis a serem controladas/manipuladas estão apresentadas na Tabela a seguir. O fluxograma, apresentado na sequência, ilustra a automação de um desarenador com limpeza mecanizada típico.

Tabela 6. Variáveis – Desarenador com limpeza mecanizada.

Variável controlada	Tempo ou nível do canal
Set Point	A depender do projeto
Variável Manipulada	Acionamento do sistema de limpeza
Regra de controle	Histerese
Variáveis de entrada	• Nível do canal (monitoramento)
Comandos (CLP)	Acionamento do sistema de limpeza.
Alarmes (supervisório)	• Motor sobreaquecido, • Extravasão. • Falta de energia. • Disjuntor.

Figura 6. Fluxograma desarenador com limpeza mecanizada.



6.6 - Gradeamento com limpeza mecanizada (em Captação ou ETA)

Para gradeamento em captações ou ETAs que contenham equipamentos de limpeza/descarga mecanizada, deve ser implantado sistema de automação. Para gradeamentos que contenham somente limpeza manual, não é necessário prever sistema de automação.

Um gradeamento com limpeza mecanizada típico deve ter sua automação composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da Captação/ETA, a depender da localização espacial.
- Sistema de comunicação externa.
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de canais paralelos e leitura de status das comportas.

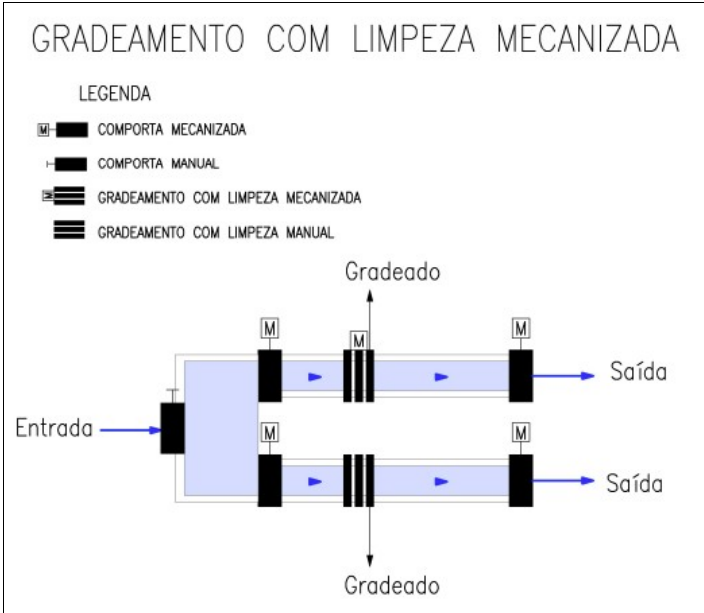
- Automação do sistema de limpeza da grade mecanizada.
- Relé de tensão ou Multimetro de energia, a depender da relevância do sistema.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

As variáveis a serem controladas/manipuladas estão apresentadas na Tabela a seguir. O fluxograma, apresentado na sequência, ilustra a automação de um gradeamento com limpeza mecanizada típico.

Tabela 7. Variáveis – Gradeamento com limpeza mecanizada.

Variável controlada	Tempo ou nível do canal
Set Point	A depender do projeto
Variável Manipulada	Acionamento do sistema de limpeza
Regra de controle	Histerese
Variáveis de entrada	• Nível do canal (monitoramento)
Comandos (CLP)	Acionamento do sistema de limpeza.
Alarmes (supervisório)	• Motor sobreaquecido, • Extravassão. • Falta de energia. • Disjuntor.

Figura 7. Fluxograma gradeamento com limpeza mecanizada.



6.7 - Elevatória de Água Bruta em Captação Superficial

Todas as elevatórias de água bruta a serem projetadas devem ser dotadas de automação, composta de, pelo menos, acionamento automático local das bombas (com inversor de frequência), medições do nível do manancial e macromedição de vazão e comunicação com o sistema supervisório gerido pela P-SDA.

Em elevatórias de água bruta deve ser previsto automação composta de:

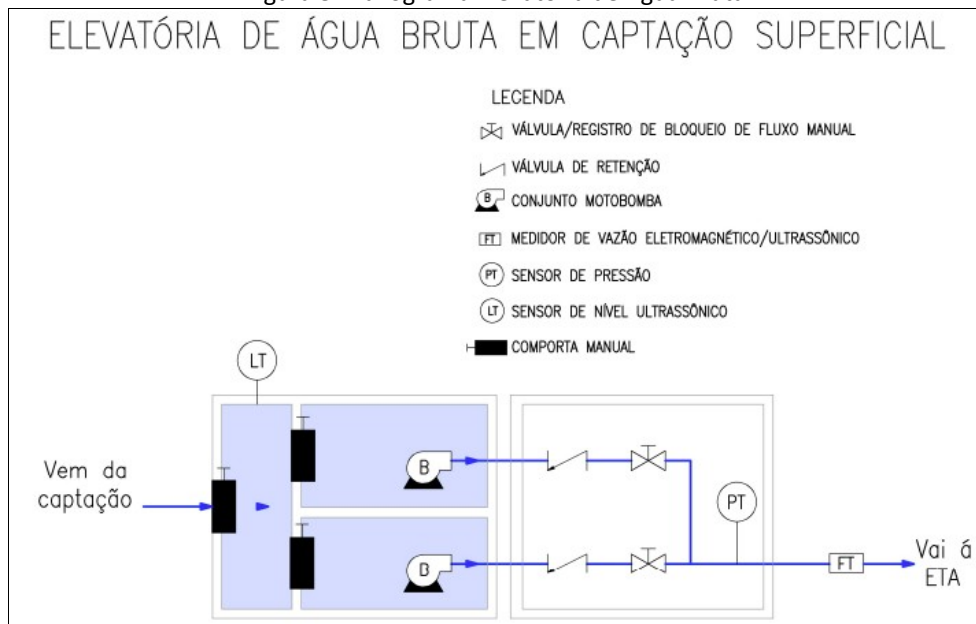
- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da Captação, a depender da localização espacial.
- Sistema de comunicação externa.
- Macromedição da vazão de água bruta.
- Medição do nível do poço de sucção
- Acionamento das bombas conforme definido do projeto hidráulico (*soft-starter* ou inversor de frequência).
- Para conjuntos motobomba de potência acima de 250 cv, instalar sensor de vibração e temperatura.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

As variáveis a serem controladas/manipuladas estão apresentadas na Tabela a seguir. O fluxograma, apresentado na sequência, ilustra a automação de uma elevatória de água bruta típica.

Tabela 8. Variáveis – Elevatória de Água Bruta.

-	Sem inversor de frequência	Com inversor de frequência
Variável controlada	Nível de água no reservatório.	Nível de água no reservatório.
Set Point	20 a 80%	Conforme definido pela operação
Variável Manipulada	Status da bomba (ligada/desligada)	Rotação do motor da bomba
Regra de controle	Histerese	PID
Variáveis de entrada	• Nível de água no reservatório • Temperatura do motor da bomba (monitoramento) • Vibração do motor da bomba (monitoramento) • Pressão na saída da bomba (monitoramento) • Vazão na saída da bomba (monitoramento)	• Nível de água no reservatório • Temperatura do motor da bomba (monitoramento) • Vibração do motor da bomba (monitoramento) • Pressão na saída da bomba (monitoramento) • Vazão na saída da bomba (monitoramento)
Comandos (CLP)	Ligar/desligar bomba	Rotação da bomba
Alarmes (supervisório)	• Motor sobreaquecido, • Vibração anormal no motor, • Pressão insuficiente. • Falta de energia. • Disjuntor.	• Motor sobreaquecido, • Vibração anormal no motor, • Pressão insuficiente. • Falta de energia. • Disjuntor.

Figura 8. Fluxograma Elevatória de Água Bruta.



6.8 - Estação de Tratamento de Água (ETA)

Todas as ETAs existentes a serem ampliadas e novas a serem implantadas devem ter seus processos automatizados (dosagem de produtos químicos, descargas de decantadores de alta taxa, lavagem de filtros). Devem ser ainda previstos e instalados analisadores de: turbidímetro de água bruta e tratada, pH-metro de água tratada e quando necessário da água floculada, cloro e flúor, além da comunicação com o sistema supervisório gerido pela P-SDA.

Nos projetos que abrangem melhorias em ETAs existentes, deve ser considerada sua automação de forma a integrar as unidades existentes com as projetadas.

O equipamento de medição deve estar próximo do ponto da dosagem do produto.

De modo geral, uma ETA típica com tratamento de ciclo completo deve ter sua automação composta de:

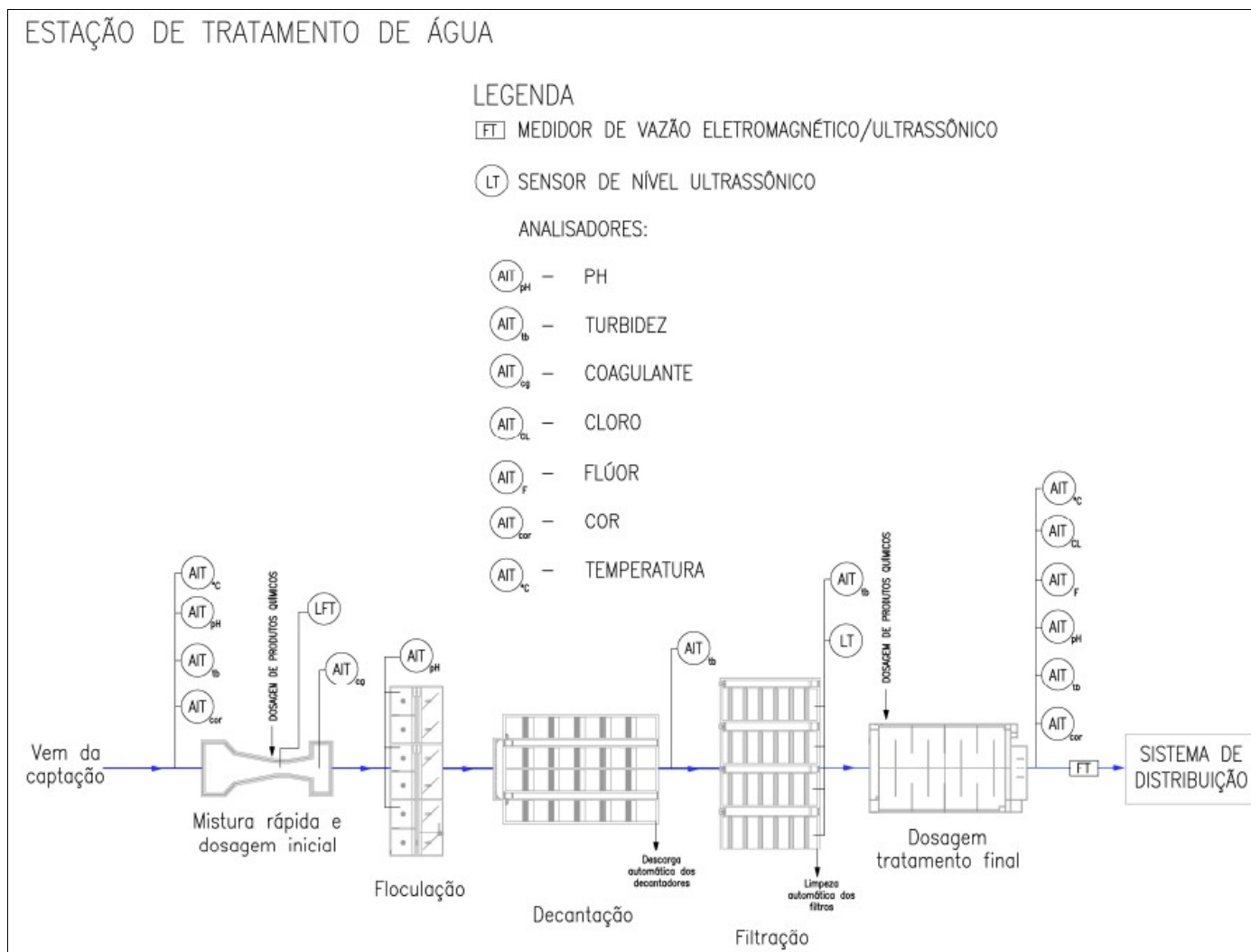
- Computador central (se for a principal unidade do SAA).
- CLP(s),
- Sistema de comunicação externa.
- Atuação elétrica de registros, válvulas e comportas de modulação de unidades paralelas e leitura de status destes dispositivos.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada atuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.
- **Elevatórias (de água bruta, tratada ou de processo):**
 - Medição de pressão a jusante das elevatórias de água bruta e tratada.
 - Acionamento das bombas conforme definido do projeto hidráulico (soft-starter ou inversor de

frequência).

- **Mistura rápida e dosagem de produtos químicos (Calha Parshall):**
 - Analisadores na tubulação a montante da Calha Parshall (pH, temperatura, turbidez, carga e cor).
 - Dosagem automática de produtos químicos no centro da Calha Parshall.
 - Medição de vazão por sensor de nível ultrassônico.
 - Analisador de coagulante a jusante do ponto de aplicação do produto químico (analisador de carga).
- **Floculação:**
 - Analisador de pH, sendo:
 - Floculador de turbina: na primeira câmara de cada conjunto;
 - Floculador de pá mecanizada: na terceira câmara de cada conjunto.
- **Decantação (ou flotação):**
 - Sistema automatizado de descarga do decantador / limpeza do flotador.
 - Analisador de turbidez na saída do decantador / floculador.
 - Medição de nível do lodo.
 - Analisador de turbidez na saída da decantação.
- **Filtração:**
 - Medição do nível da água no filtro.
 - Lavagem automática dos filtros.
 - Analisador de turbidez na saída da filtração.
- **Tratamento final e dosagem final de produtos químicos (tanque de contato):**
 - Dosagem automática de produtos químicos antes do tanque de contato.
 - Analisadores na tubulação a jusante do tanque de contato: cloro, flúor, pH, temperatura, turbidez e cor.
 - Macromedição de vazão na saída da ETA.
- **Produtos Químicos:**
 - Dosagens automáticas com base nos analisadores e vazões.
 - Medição de nível de armazenamento de produtos químicos.
 - Misturadores em tanques de equalização.
 - Detector de vazamento de cloro gasoso (se houver).
 - Exaustão e lavagem de fuga de cloro gasoso (se houver).
 - Acionamento remoto de bombas de amostragem.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para uma ETA típica.

Figura 9. Fluxograma macro de uma ETA típica de ciclo completo.



6.9 - Unidade de Tratamento de Resíduos

Para soluções de tratamento de resíduos que não tenham tanque de equalização, com soluções somente com leitos de secagem, não é necessário implantar sistema de automação. Para soluções mecanizadas (por exemplo, centrífugas), com bags, ou leitos de secagem com tanque de equalização, é importante automatizar os processos de dosagem de polímeros/coagulantes e acionamento de equipamentos mecanizados e elevatórias.

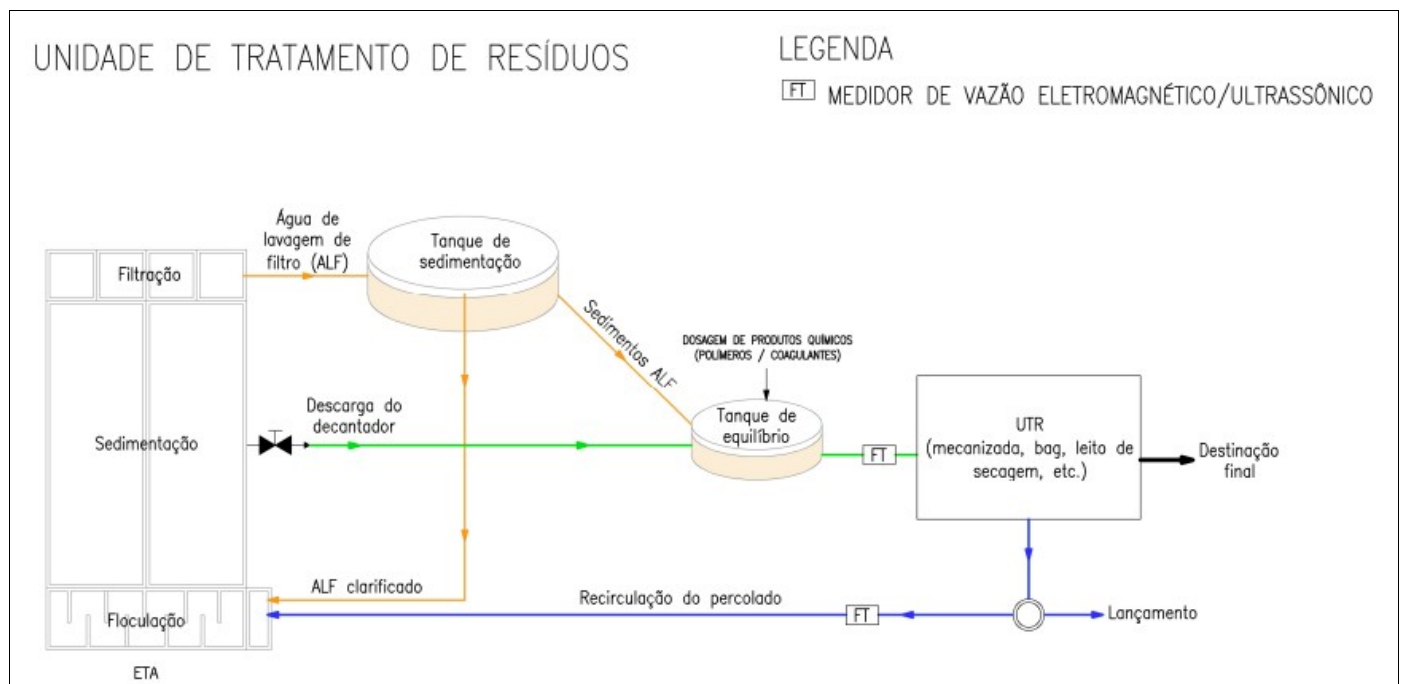
De modo geral, uma UTR típica automatizada será composta de:

- CLP.
- Acionamento de bombas de elevatórias, conforme definido do projeto hidráulico (soft-starter ou inversor de frequência).
- Medição de nível dos tanques.
- Medição da vazão de lodo bruto.
- Controle do acionamento de agitadores.

- Dosagens automáticas com base nos analisadores e vazões.
- Medição de nível de armazenamento de produtos químicos.
- Acionamento de misturadores em tanques de equalização de lodo.
- Acionamento de misturadores em tanques de equalização de produtos químicos.
- Demais registros e válvulas – acionamento manual, sendo considerada atuação elétrica para equipamentos pesados.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para uma UTR típica.

Figura 10. Fluxograma macro de uma UTR típica.



7 - DIRETRIZES DE INSTRUMENTAÇÃO PARA SES

A seguir são descritas as diretrizes de automação para processos típicos de SES, com exemplos de fluxogramas, as variáveis a serem controladas e manipuladas em cada situação.

Os exemplos apresentados a seguir mostram as condições mínimas a serem adotadas para projetos de Sistemas de Abastecimento de Água que forem automatizados. Como existem diversas particularidades no âmbito de projetos de saneamento, estes exemplos atuarão como modelos para a elaboração de projetos similares.

7.1 - Estações elevatórias de esgoto

Todas as elevatórias de esgoto novas a serem projetadas devem ser dotadas de automação que permitam alertas para situações de extravasamento, controle automático local das bombas, controles e monitoramento do gerador, medição dos níveis do poço de sucção e comunicação com o sistema supervisório gerido pela P-SDA.

O sistema de automação deve ser composto de, no mínimo:

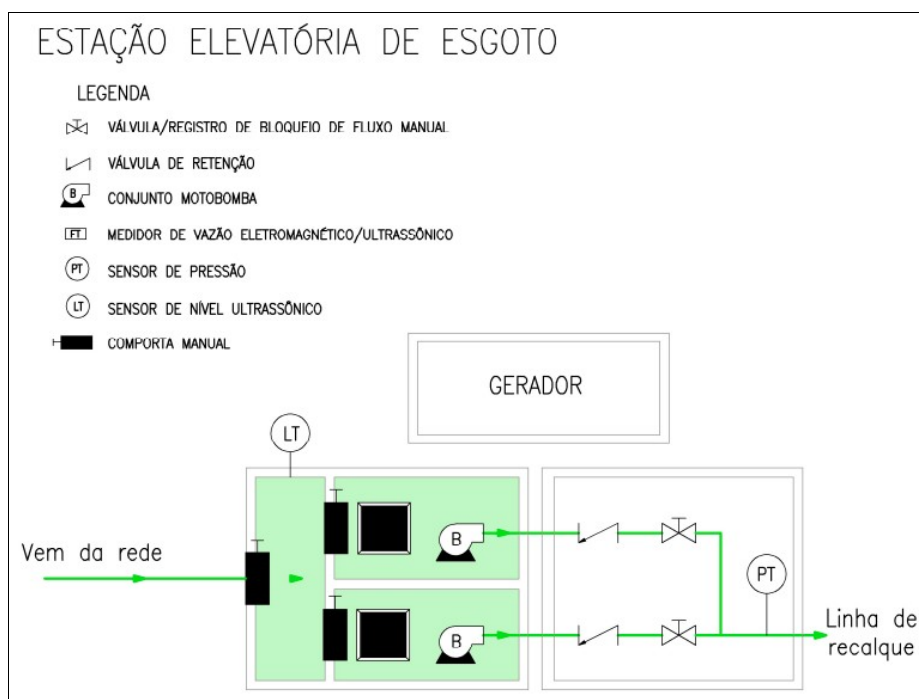
- CLP,
- Sistema de comunicação externa.
- Medição de nível do poço de sucção – com alertas de extravasamento.
- Status do gerador de energia elétrica.
- Multimetro de energia da unidade.
- Acionamento das bombas com inversor de frequência.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para uma Estação Elevatória de Esgoto típica.

Tabela 9. Variáveis – Elevatória de Água Bruta.

-	Com inversor de frequência
Variável controlada	Nível do poço de sucção.
Set Point	Conforme definido pela operação
Variável Manipulada	Rotação do motor da bomba
Regra de controle	PID
Variáveis de entrada	• Nível do poço de sucção • Temperatura do motor da bomba (monitoramento) • Vibração do motor da bomba (monitoramento) • Pressão na saída da bomba (monitoramento) • Vazão na saída da bomba (monitoramento)
Comandos (CLP)	Rotação da bomba
Alarmes (supervisório)	• Motor sobreaquecido, • Vibração anormal no motor, • Pressão insuficiente. • Falta de energia. • Disjuntor. • Status do gerador • Nível de combustível • Tensão do gerador

Figura 11. Fluxograma de uma Estação Elevatória de Esgoto típica.



7.2 - Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)

A previsão de automatização das ETEs deve ser coerente com seu nível de mecanização, sendo menor em sistemas mais simples, como lagoas, e maior em sistemas mais complexos, como ETEs compactas.

Para as que ETEs possuam necessidades específicas de controle de parâmetros de processo em tempo real, devem ser previstos e especificados os equipamentos para garantir o adequado controle operacional do processo de tratamento (como, por exemplo, OD e SST em sistemas de lodos ativados, níveis de lodo em decantadores, sonda de pH em descarga de limpa-fossas ou SST em sistemas físico-químicos).

A seguir, serão apresentados alguns exemplos de automação para as diferentes etapas das ETEs.

7.2.1 - Tratamento Preliminar – gradeamento e/ou peneiramento com limpeza mecanizada

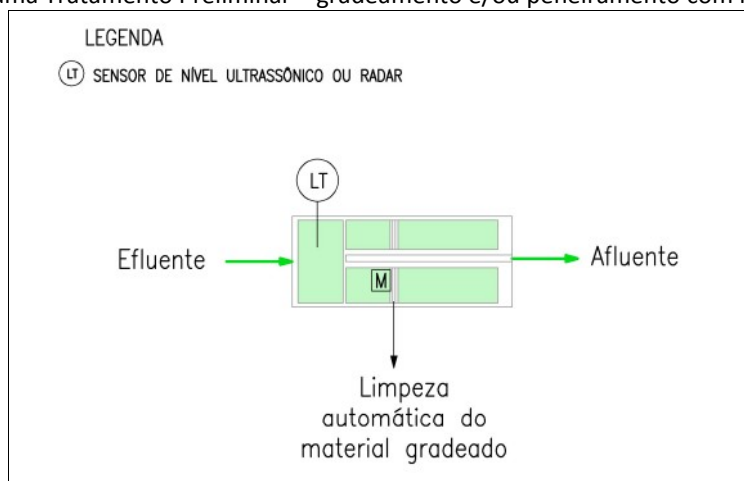
Quando houver mecanização, a automação é composta de:

- CLP, – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de canais paralelos, com envio de status à automação.
- Medição de nível no canal de entrada.
- Automação do sistema de limpeza da grade/peneiras mecanizadas.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada atuação elétrica para

equipamentos pesados ou de difícil acesso.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para um gradeamento com limpeza mecanizada típico.

Figura 12. Fluxograma Tratamento Preliminar – gradeamento e/ou peneiramento com limpeza mecanizada.



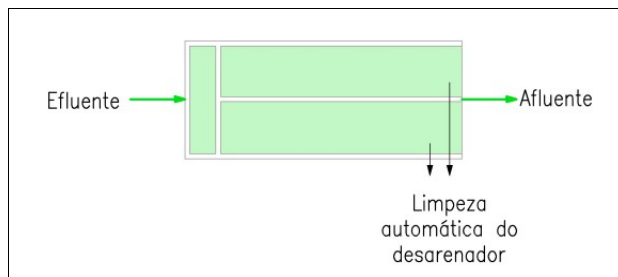
7.2.2 - Tratamento Preliminar – Desarenador

Quando houver mecanização, a automação é composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de canais paralelos, com envio de status à automação.
- Automação do sistema de limpeza do desarenador, conforme a solução definida no projeto hidráulico (por exemplo: raspadores, rosca transportadora, etc.)
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.
- Quando houver aeração:
 - Automação do acionamento do Aerador / Soprador / Compressor de ar (com variação de velocidade/vazão)
 - Medição da vazão de ar.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para um desarenador típico.

Figura 13. Fluxograma Tratamento Preliminar – Desarenador.



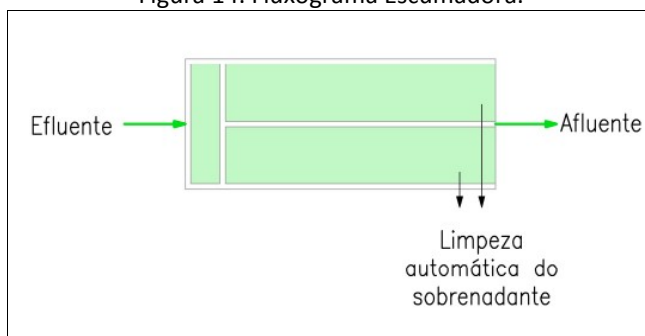
7.2.3 - Tratamento Preliminar – Escumadora

Quando houver mecanização, a automação será composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de canais paralelos, com envio de status à automação.
- Automação do sistema de limpeza do sobrenadante, conforme a solução definida no projeto hidráulico.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada atuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para uma Escumadora típica.

Figura 14. Fluxograma Escumadora.



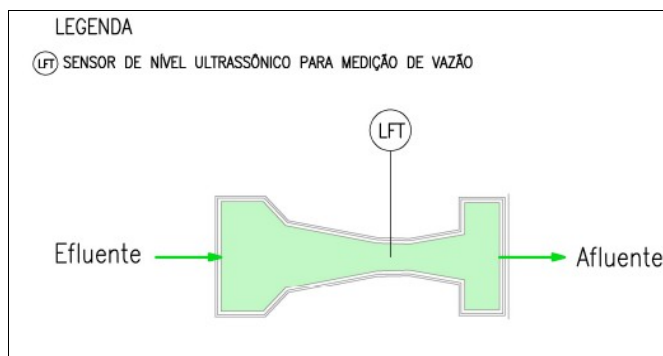
7.2.4 - Calha Parshall

A automação é composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Medição da vazão por sensor de nível ultrassônico.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para uma Calha Parshall típica.

Figura 15. Fluxograma Calha Parshall.



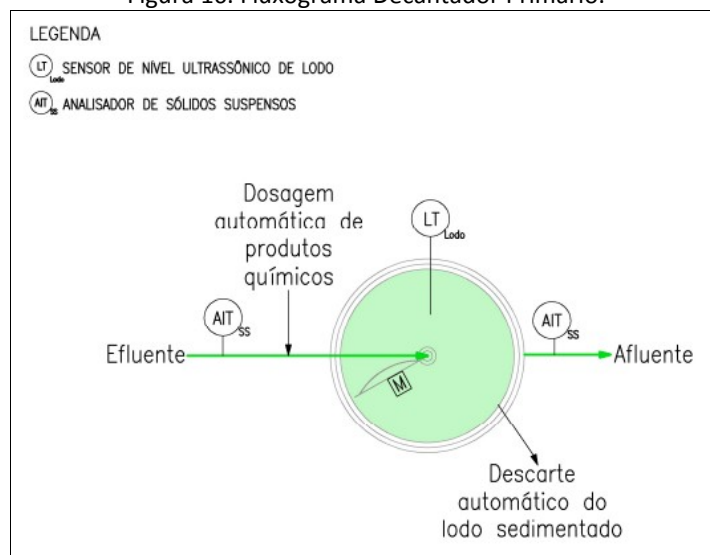
7.2.5 - Tratamento de Esgoto por Processos Físicos e Físico-Químicos – Decantação Primária

Quando houver mecanização, a automação será composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de canais paralelos, com envio de status à automação.
- Medição de nível do lodo com medidor ultrassônico.
- Controle automático de velocidade do raspador de fundo (e superficial, se houver).
- Descarte automático do lodo sedimentado.
- Análise de Sólidos Suspensos Totais (SST) afluente e efluente (sendo que o efluente pode ser medido em caixa de reunião).
- Dosagem automática de produtos químicos.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para um Decantador Primário típico.

Figura 16. Fluxograma Decantador Primário.



7.2.6 - Tratamento de Esgoto por Processos Físicos e Físico-Químicos – Flotação por Ar Dissolvido

Quando houver mecanização, a automação será composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de canais paralelos e leitura de status das comportas.
- Controle automático de velocidade do raspador superficial (e de fundo, se houver).
- Medição de pressão no tanque de saturação / pressurização.
- Compressor de ar.
- Medição da vazão do ar injetado.
- Medição de vazão de efluente recirculado para saturação de ar (se houver).
- Aplicação automática de produtos químicos (se houver).
- Análise de Sólidos Suspensos Totais (SST) afluente e efluente.
- Dosagem automática de produtos químicos.
- Demais registros, válvulas e comportas - acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para um Flotador típico.

7.2.7 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Filtro Anaeróbio

Quando houver mecanização, a automação será composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de canais paralelos e leitura de status das comportas.
- Análise de Sólidos Suspensos Totais (SST) afluente e efluente.
- Análise de pH afluente e efluente.
- Descarte de lodo automático.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

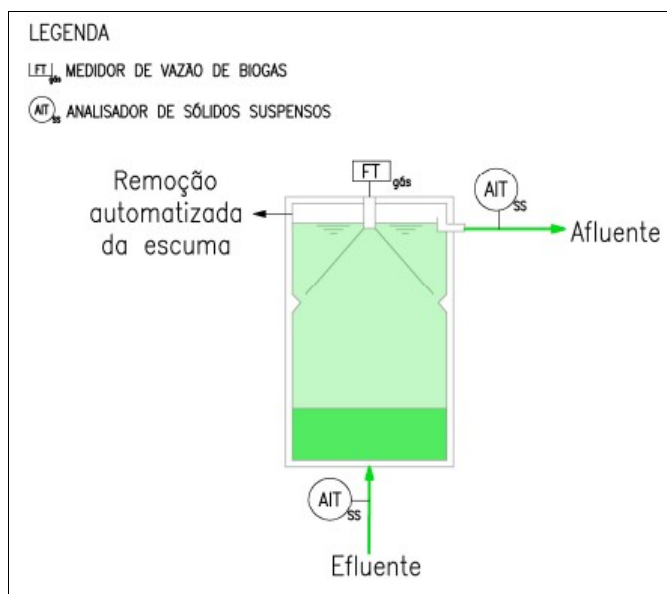
7.2.8 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Reator UASB

Quando houver mecanização, a automação será composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de tanques paralelos, com envio do status para automação.
- Medição da vazão de biogás.
- Automação da remoção de espuma.
- Análise de Sólidos Suspensos Totais (SST) afluente e efluente.
- Análise de pH afluente e efluente.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para um Reator UASB típico.

Figura 17. Fluxograma Reator UASB.



7.2.9 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Filtro Biológico Percolador

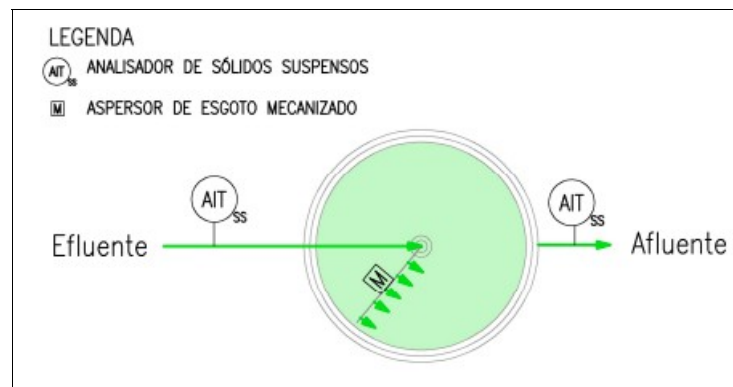
Quando houver mecanização, a automação será composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,

- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de tanques paralelos, com envio do status para automação.
- Controle automático de velocidade do aspersor de esgoto.
- Medição da vazão de recirculação de esgoto – se houver.
- Controle automático das bombas de recirculação de esgoto – se houver.
- Medição da vazão de recirculação de lodo.
- Análise de Sólidos Suspensos Totais (SST) do esgoto afluyente e efluente.
- Análise de Sólidos Suspensos Totais (SST) do lodo recirculado – se houver.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para um Filtro Biológico Percolador típico.

Figura 18. Fluxograma Filtro Biológico Percolador.



7.2.10 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Lodos Ativos

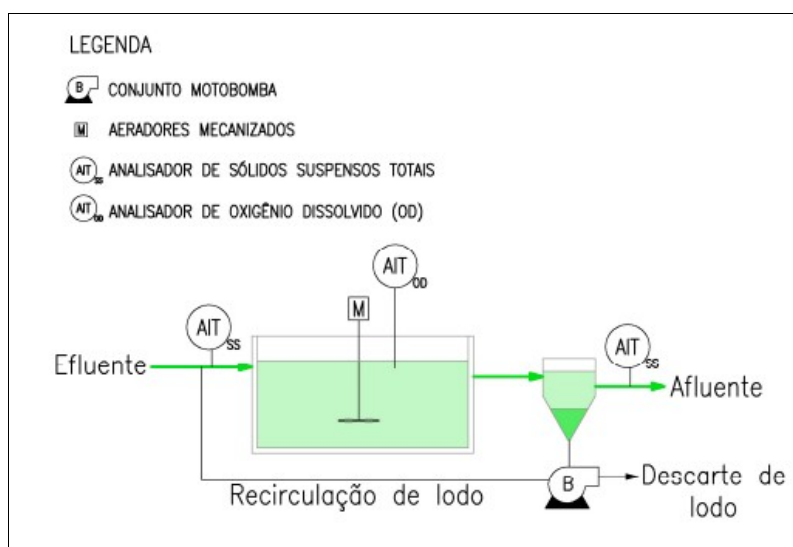
Quando houver mecanização, a automação será composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Acionamento elétrico das comportas que controlam a modulação de tanques paralelos, com envio do status para automação.
- Análise de Oxigênio Dissolvido (OD).
- Análise de pH afluyente e efluente.
- Análise de Sólidos Suspensos Totais (SST) no tanque de aeração.
- Análise de Sólidos Suspensos Totais (SST) do lodo recirculado
- Controle acionamento e velocidade das bombas de recirculação de lodo.

- Controle acionamento e velocidade dos aeradores.
- Controle de acionamento das bombas de descarte de lodo de excesso.
- Dosagem automática de produto químico – se houver.
- Medição de vazão de ar.
- Medição da vazão do lodo recirculado.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para Lodos Ativos típicos.

Figura 19. Fluxograma Lodos Ativos.



7.2.11 - Tratamento de Esgoto por Processos Biológicos – Lagoas Aeradas

De modo geral, para sistemas de tratamento em lagoas não é necessário implantar automação, sendo a exceção o caso de lagoas aeradas. Para estes casos, a automação deve ser composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Medição de vazão de ar.
- Análise de Oxigênio Dissolvido (OD).
- Análise de pH afluente e efluente.
- Bombas de descarte de lodo de excesso – se houver.
- Medição da vazão de lodo descartado como excesso - se houver.
- Demais registros, válvulas e comportas - acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

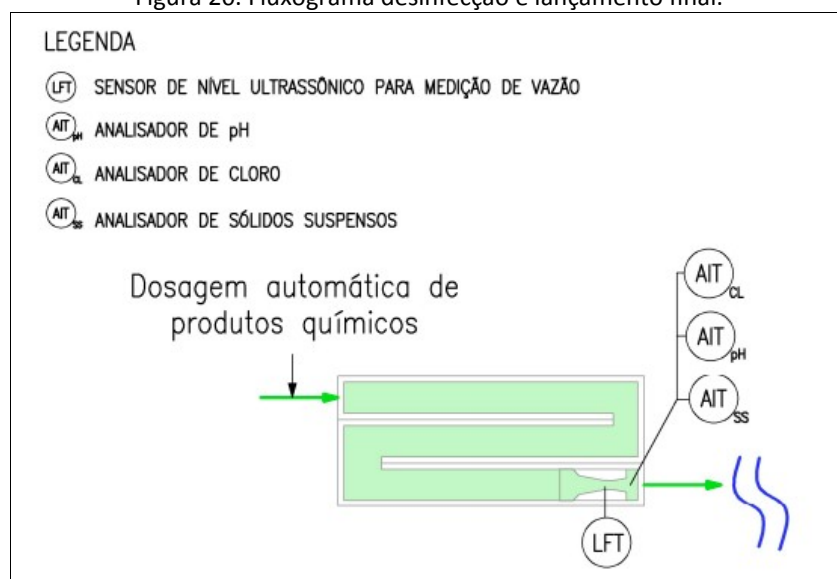
7.2.12 - Desinfecção com compostos à base de cloro e lançamento final

A automação é composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,
- Aplicação automática de composto de cloro.
- Medição da vazão do composto de cloro.
- Detector de vazamento de cloro gasoso (se houver).
- Exaustão e lavagem de fuga de cloro gasoso (se houver).
- Medição da vazão efluente.
- Analisador de pH, SST e Cloro no lançamento.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada autuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

A imagem a seguir mostra um fluxograma macro para uma desinfecção típica.

Figura 20. Fluxograma desinfecção e lançamento final.



7.2.13 - Tratamento do lodo gerado em ETE – Desaguamento de Lodo

Quando mecanizado, a automação deve ser composta de:

- CLP – pode ser utilizada apenas uma para todo o sistema de automação da ETE, a depender da localização espacial.
- Sistema comunicação externa,

- Medição de vazão de lodo afluente.
- Macerador (tritador) - se houver.
- Bombas de lodo – se houver.
- Análise de Sólidos Suspensos Totais (SST) do lodo afluente.
- Equipamento de desaguamento de lodo – se houver.
- Preparação dosagem automática de polímero – se houver.
- Aplicação automática de produtos químicos – se houver.
- Rosca transportadora – se houver.
- Demais registros, válvulas e comportas – acionamento manual, sendo considerada atuação elétrica para equipamentos pesados ou de difícil acesso.

8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento integra o Manual de Projetos e é de titularidade exclusiva da SANEAGO para elaboração de projetos internos e externos. Este Módulo poderá ser alterado, suspenso ou cancelado a critério exclusivo da Superintendência de Estudos e Projetos, sendo qualquer atualização publicada no *site* da companhia. É de responsabilidade do usuário a utilização da última versão publicada. Sugestões e comentários devem ser enviados ao e-mail manualdeprojetos@saneago.com.br.

9 - CONTROLE DE REVISÕES

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO
00	06/2025	Emissão inicial – E-GBP

APROVAÇÃO

Este documento normativo foi aprovado conforme as diretrizes da Política de Alçadas e Limites da Saneago – PL00.0125.



Documento assinado eletronicamente por BRUNO BARBOSA CAZORLA, SUPERINTENDENTE na SUPERIN. DE ESTUDOS E PROJETOS - SUESP, em 03/06/2025 11:59:12, horário oficial de Brasília, conforme Art. 2º, § 2º, III, “b”, da Lei Estadual nº 17.039/2010 e Art. 4º, II da Lei Federal nº 14.063/2020.