



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



LEANDRO SILVERIO BLEICHVEL
MARCELO DA LUZ
PATRICIA CRISTINE BARBOSA REGAZZO
RODRIGO REGAZZO

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA
DE MONITORAMENTO DE ÁGUA ON-LINE**

**CURITIBA
2022**

LEANDRO SILVERIO BLEICHVEL
MARCELO DA LUZ
PATRICIA CRISTINE BARBOSA REGAZZO
RODRIGO REGAZZO

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA
DE MONITORAMENTO DE ÁGUA ON-LINE**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia Industrial 4.0. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

**CURITIBA
2022**

RESUMO

A água é a matéria prima utilizada na indústria MRPL, e para que a produção possa operar sem interrupção, o rateio de água entre os setores deve ser rigorosamente orquestrado para que não falte e não tenha gastos demasiados. A falta de controle da distribuição e do consumo entre os setores da empresa, bem como métricas de planejamento e controle, é o ponto de melhoria proposto por este estudo de caso que visa identificar e corrigir gargalos e/ou erros no atual processo. A proposta de implementação de um sistema de monitoramento em tempo real através de medição e controle de distribuição de água entre os setores, é para evitar desperdícios, identificar vazamentos e propor ações corretivas e preventivas, bem como elaboração de plano de ação para melhor planejamento da empresa, através de relatórios com dados coletados em tempo real. O ganho que a indústria terá no primeiro momento será uma leitura confiável do consumo de água que entra na fábrica, bem como o consumo dos setores produtivos, sendo possível controlar o rateio de água e com isso ganhar agilidade na identificação de vazamentos para diminuir os custos com desperdícios em pelo menos 10% do atual.

Palavras-chave: água, matéria-prima, medição, controle, tempo real, distribuição.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Variáveis mensuráveis do processo.....	10
Figura 2 - Rotâmetro.....	13
Figura 3 - Medidor de vazão eletromagnético	14
Figura 4 - Representação de instalação de um sensor ultrassônico	15
Figura 5 - Medidor de vazão ultrassônico	16
Figura 6 - Medidor de vazão coriolis princípio de funcionamento.....	17
Figura 7 - Princípio de funcionamento medidor coriolis	18
Figura 8 - Princípio de funcionamento medidor vortex.....	19
Figura 9 - Princípio de funcionamento medidor vortex.....	20
Figura 10 - Princípio de funcionamento medidor vortex.....	21
Figura 11 - Visão geral da arquitetura Profinet.....	22
Figura 12 - Visão geral da arquitetura Profibus	23
Figura 13 - Visão geral da arquitetura Ethernet/IP.....	24
Figura 14 - Fluxograma de metodologia de trabalho	25
Figura 15 - Underground Distribuição de água da MRPL.....	26
Figura 16 - Fluxograma de água do processo da MRPL	27
Figura 17 - Fluxograma de água do processo da MRPL por área	28
Figura 18 - Macrolocalização dos pontos de distribuição de água da MRPL	29
Figura 19 - Alteração proposta para individualizar setores da MRPL.....	30
Figura 20 - Imagem dos hidrômetros FI 03 e 04 – Utilidades e meio ambiente	31
Figura 21 - Imagem dos hidrômetros FI.....	32
Figura 22 - Imagem do Flowmeter FT01 – ADM.....	33
Figura 23 - Imagem do hidrômetro FQ06 – ADM.....	34
Figura 24 - Arquitetura de rede	35
Figura 25 - Modelo proposto para a tela do Supervisório.....	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DEMOSTRATIVO DO INVESTIMENTO 34

LISTA DE SIGLAS

CLP	- COMANDO LOGICO PROGRAMAVÉL
ETE	- ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES
FQI	- FLOW INDICATOR
FT	- FLOW TRANSMITER
IOT	- INTERNET DAS COISAS
MRPL	- NOVOZYMES BRASIL
SANEPAR	- COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANA
SRP	- SOFTWARE RELIANCE PROGRAM

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	7
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	8
1.3. JUSTIFICATIVA	8
1.4. HIPÓTESE	9
1.5. OBJETIVO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. DEFINIÇÃO DE VAZÃO	11
2.1.1. Vazão Volumétrica	11
2.1.2. Vazão mássica.....	12
2.2. TIPOS DE MEDIDORES DE VAZÃO	12
2.2.1. MEDIDOR DE VAZÃO TIPO ROTAMETRO	12
2.2.2. MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO	13
2.2.3. MEDIDOR DE VAZÃO ULTRASSÔNICO	14
2.2.4. MEDIDOR DE VAZÃO MASSICA CORIOLIS	17
2.2.5. MEDIDOR DE VAZÃO VORTEX.....	19
2.2.6. HIDROMETROS.....	20
2.3. PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO	21
2.3.1. PROFINET	22
2.3.2. PROFIBUS	22
2.3.3. ETHERNET/IP	23
3. METODOLOGIA	25
3.1 SITUAÇÃO ATUAL	25
3.2 LIMITE DE BATERIA	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
tabela 01: demonstrativo de custos	36
5. CONCLUSÕES	38
5.1 SUGESTOES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	40

1. INTRODUÇÃO

O advento da quarta revolução industrial traz a mente assuntos ligados a Robótica, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (Machine Learning), tratamento de grandes volumes de dados (Data Analytics), sistemas controlados por algoritmos de computador (Cyber Physical Systems), M2M ou comunicação com ou sem fio entre equipamentos (Machine to Machine) ou armazenamento, gerenciamento e processamento de informações de forma remota com conexão à internet (Cloud Computing).

O termo Indústria 4.0, busca conceituar esse ambiente de automação industrial integrado a diferentes tecnologias de modo a digitalizar o processo fabril, alcançando a melhoria de processos e o aumento de produtividade, gerando maior eficiência e reduzindo custos com perdas no processo.

A presente proposta de trabalho abordará o monitoramento do consumo de água em uma empresa de Araucária/PR, a fim de obter melhor rateio entre os setores e obter maior precisão nos ambientes produtivos, devido a água ser matéria prima e assim obter maior precisão em gastos atípicos, identificando vazamentos ou erros no processo.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Devido à falta de dados confiáveis ou até mesmo não ter dados do processo para uma tomada de decisão seja para correção de um problema ou justificar um investimento de maneira sólida com informações confiáveis, muitas empresas ainda estão trabalhando de maneira artesanal quando se fala em indústria 4.0. São dados coletados aleatoriamente, analisados de maneiras diferentes que levam a resultado de incerteza. Para tal, foi decidido realizar uma proposta de trabalho para coletar dados através de equipamentos eletrônicos que possam ter leituras precisas e confiáveis, e que estas consultas possam retornar dados que gerem informação para uma correta tomada de decisão do processo ou mesmo de um possível investimento conforme o caso.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Será realizado um estudo de caso com a empresa MRPL situada no município de Araucária, que é líder mundial em soluções biológicas. Atualmente a empresa tem problemas para realizar o rateio de uma de suas matérias primas. A água tem o fornecimento realizado através da companhia de saneamento do Paraná (Sanepar), e nos últimos 5 anos a MRPL teve um consumo médio de água de 11.025 m³/mês.

1.3. JUSTIFICATIVA

Atualmente o monitoramento de água da MRPL é limitado ao medidor de vazão da concessionária Sanepar na entrada da planta, e desta forma não tem como saber os dados reais do quanto as áreas produtiva e administrativa consomem separadamente.

Os rateios atuais e referenciais de consumo de água por setor e produto são cálculos teóricos. Esse referencial teórico é baseado em leituras manuais realizadas pelos operadores do processo, baseado no consumo de entrada que a Sanepar disponibiliza.

Apesar da estimativa atual ser coerente, é muito difícil identificar um vazamento até que ele seja muito grande, mesmo um desvio de processo com impacto relevante em consumo de água sem medições específicas, e sendo por setores, a tomada de decisão é muito posterior ao início do problema.

Quando se fale de setores produtivos, a referência é igual a: Recuperação, Mistura, Utilidades, Fermentação, Postponement, Meio ambiente, Granulação e Blend, em ordem de relevância de consumo de água. Essa é uma importante estratificação de consumo de água dentro da produção, mas outros prédios como laboratórios, refeitório e áreas administrativas também possuem impacto relevante, principalmente quando se trata de vazamentos.

Além destes fatores também é preciso realizar as leituras de maneira manual nos hidrômetros principais de entrada dos setores produtivos, e para isto a empresa depende de um operador de processo para coletar e transferir os dados para uma

planilha, e em seguida enviar para uma análise e posterior rateio, sendo que todo este tempo desperdiçado poderia ser melhor aproveitado dentro do processo produtivo.

1.4. HIPÓTESE

Para suprir este problema será proposto a instalação de medidores de vazão como protocolos de comunicação que permitam conectar a rede industrial ao sistema de supervisão, e com isto o posterior armazenamento de dados no sistema SRP.

1.5. OBJETIVO

Propor um projeto para monitoramento online de água na empresa MRPL.

Para atendimento do projeto pretende-se:

- Instalar medidores de vazão em pontos estratégicos da empresa.
- Inserir estes medidores no sistema supervisão da MRPL.
- Obter a leitura em tempo real do consumo de água nos setores produtivos.
- Obter um controle confiável de consumo para rateio das despesas entre os setores produtivos.
- Facilitar a identificação de vazamentos e evitar desperdícios de água.
- Facilitar as tomadas de decisões do processo produtivo com dados de leituras confiáveis.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme SOARES (2021) a Instrumentação para medição da vazão de gases líquidos e sólidos, são hoje baseadas em uma variedade de princípios mecânicos, eletrônicos ou eletromecânicos. Os primeiros medidores de vazão que foram instalados eram mecânicos, e foram desenvolvidos há mais de 100 anos e que ainda hoje estão instaladas de maneira significativa do mercado. Cerca de 60 anos atrás teve início a uma pequena modernização, onde os medidores de vazão eletrônicos (micro

processados) foram introduzidos afim de melhorar a confiabilidade nas medições e tiveram uma evolução desde então.

Baseado em pesquisas de mercado pode-se verificar que, apesar dos medidores de vazão mecânicos ainda representarem uma parte significativa do mercado, eles estão tendo uma queda significativa comparando com os medidores de vazão eletrônicos. Esta substituição está ocorrendo, devido ao fato das novas tecnologias baseadas em microprocessamento, confiabilidade, consulta de dados, e autodiagnostico avançado que possibilita ao usuário do equipamento estender intervalos de recalibração ou realizar testes funcionais (*poof tests*) de forma rápida e segura.

Segundo CASSIOLATO (ACESSO 2022), e exemplificado na figura 01, a vazão é a terceira grandeza mais medida nos processos industriais e suas aplicações são muitas, como medição de vazão de água em estações de tratamento e residências, até medições complexas como gases industriais e combustíveis, passando por medições mais complexas, como medições fiscais, por exemplo.

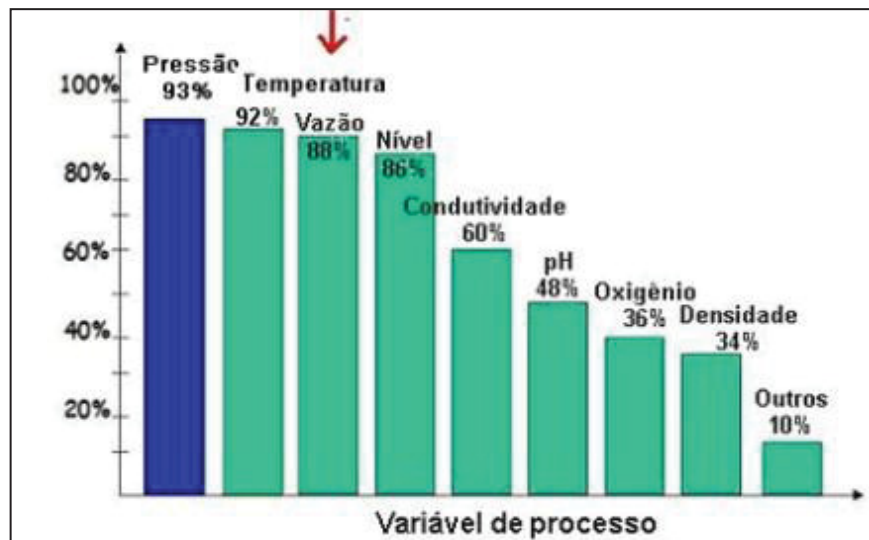


Figura 1 - Variáveis mensuráveis do processo

Fonte: Revista Control Engineering 2002

Muitos milhares de medidores de vazão são fabricados e instalados nos diferentes segmentos industriais do mundo inteiro, mas para a escolha correta de um instrumento para medição de vazão, é preciso entender alguns fatores críticos aos quais serão destacados abaixo:

- exatidão desejada para a medição;
- tipo de fluido: líquido ou gás, limpo ou sujo, número de fases;
- condutividade elétrica, transparência, etc.
- condições termodinâmicas: por exemplo, níveis de pressão e temperatura nos quais o medidor deve atuar;
- espaço físico disponível
- custo, etc.

2.1. DEFINIÇÃO DE VAZÃO

Para melhor entendimento do que é vazão, é preciso entender o que é este princípio e como mensurá-lo.

Conforme ALVES (ACESSO 2022), vazão pode ser definida como sendo a quantidade volumétrica ou mássica de um fluido que escoar através de uma seção de uma tubulação ou canal por unidade de tempo.

Existem dois tipos de grandezas que são mensuradas quando se fala de medição de vazão, conforme explicado abaixo.

2.1.1. Vazão Volumétrica

É definida como sendo a quantidade em volume que escoar através de certa seção em um intervalo de tempo considerado. As unidades volumétricas mais comuns são: m³ /s, m³ /h, l/h, l/min, GPM (galões por minuto), Nm³ /h (normal metro cúbico por hora), SCFH (normal pé cúbico por hora), entre outras.

$Q = V/t$ onde: V = volume, t = tempo, Q = vazão volumétrica.

2.1.2. Vazão mássica

É definida como sendo a quantidade em massa de um fluido que escoar através de certa seção em um intervalo de tempo considerado. As unidades de vazão mássica mais utilizadas são: kg/s, kg/h, t/h, lb/h.

$Q_m = m/t$ onde: m = massa, t = tempo, Q_m = vazão mássica

2.2. TIPOS DE MEDIDORES DE VAZÃO

Os medidores de vazão são de grande importância para vários segmentos das indústrias pois facilitam os cálculos e apresentam resultados confiáveis para o controle do processo produtivo devido a sua confiabilidade de medição.

Neste tópico, serão apresentados os 5 principais modelos de medidores de vazão utilizados nas indústrias e residências, bem como suas aplicações.

2.2.1. MEDIDOR DE VAZÃO TIPO ROTAMETRO

O rotâmetro é caracterizado como medidor de vazão variável, e sua estrutura é constituída por um tubo cônico transparente, onde estão inscritas graduações. Este tipo de medidor funciona com base no princípio de flutuação, ou seja, o fluido irá escoar por este medidor onde há um flutuador mais pesado que o material, deste modo, o seu posicionamento dentro da estrutura será determinado pelo valor da vazão, logo, quanto mais alta a medida, maior a vazão. **Pode ser utilizado na medição de líquidos, gases e ar.** Sua estrutura é confeccionada em acrílico, vidro transparente e aço inox.

Este tipo de medidor é 100% mecânico sem eletrônica embarcada, ou seja, sua leitura é manual e não permite nenhuma interface com sistema de supervisor, e sua leitura é de campo, conforme ilustrado na figura 02.



Figura 2 - Rotâmetro

Fonte: <https://www.blastercontroles.com.br/produtos/medidor-de-vazao/rotametros/rotametro-bli/>

2.2.2. MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO

O medidor de vazão tipo eletromagnético tem o princípio de medição de tensão induzida ou magnética. Seu princípio de funcionamento está atrelado a lei de Faraday, que através dela podemos entender a interação entre os campos magnéticos e circuitos elétricos na geração da força eletromotriz.

Conforme CONAUT (ACESSO 2022) considera este medidor sendo do tipo volumétrico e tem uma precisão de medição que varia entre +/- 0,2 % e sua aplicação na indústria é aplicado especialmente para líquidos, mas os mesmos devem ter propriedades condutoras

Conforme figura 03, este medidor é considerado como sendo do tipo volumétrico. Oferecem um ótimo custo-benefício e sua precisão varia entre +/-

0.5% e até mesmo $\pm 0.2\%$ em alguns casos. Este instrumento é empregado especialmente para líquidos, e para sua utilização os fluidos devem ser condutores.

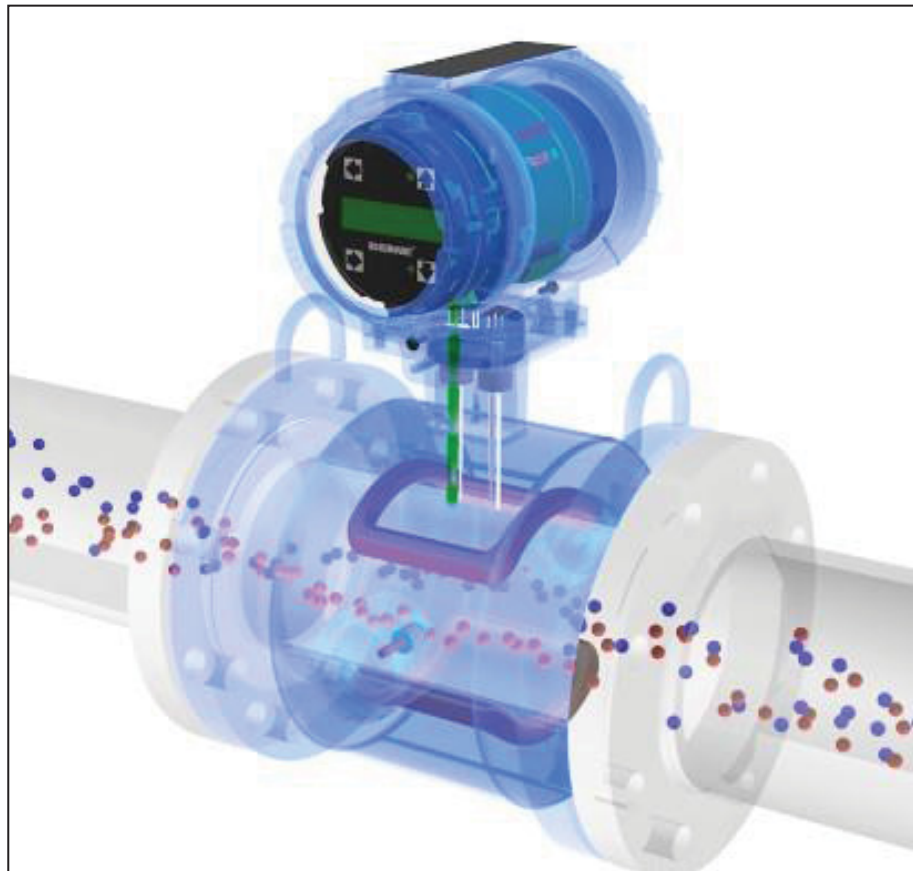


Figura 3 - Medidor de vazão eletromagnético

Fonte: <https://www.emerson.com/pt-br/automation/measurement-instrumentation/flow-measurement/about-magnetic>

2.2.3. MEDIDOR DE VAZÃO ULTRASSÔNICO

Segundo CONAUT (ACESSO 2022) estes medidores têm dois princípios que podem ser utilizados: tempo de trânsito ou efeito doppler. É muito utilizado para sistemas de radar e sonar. No uso industrial ele tem como princípio a emissão de um raio ultrassônico em um líquido, resultando em um espelhamento de parte de energia, onde este será o registro com desvio de frequência a ser mensurado pelo sensor. A representação da instalação do sensor ultrassônico pode ser observada conforme figura 04 abaixo.

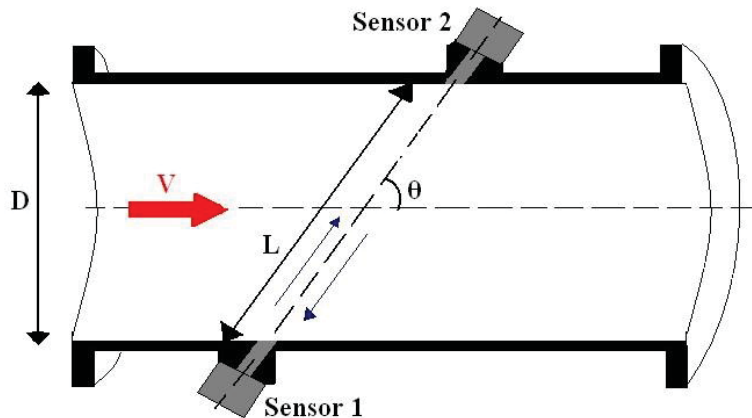


Figura 4 - Representação de instalação de um sensor ultrassônico

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Medidor_de_vaz%C3%A3o

O tipo de sensor, mostrado na figura 05, também tem o princípio de correlação cruzada ou vazão por tempo de trânsito onde é medido o intervalo de tempo entre emissão e recepção de sinais. Ele é aplicado somente a líquidos não condutivos. Nesta tecnologia podemos identificar o sentido da vazão e a precisão deste medidor que varia entre +/- 0,3 %.



Figura 5 - Medidor de vazão ultrassônico

Fonte: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/maquinas-e-equipamentos/fabobombas/produtos/movimentacao-e-armazenagem/sistema-de-medidor-de-vazao>

2.2.4. MEDIDOR DE VAZÃO MASSICA CORIOLIS

O princípio de medição deste modelo, representado na figura 06, é por densidade do fluido, onde o medidor possui um ou mais tubos de medição em que um excitador causa oscilação artificial, e quando o fluido passa pelo tubo de medição, um desvio é imposto a esta oscilação devido a inercia do fluido, e em seguida dois sensores detectam esta alteração de oscilação em tempo e espaço como uma diferença de fase e através de diferença temos a medição direta, que é a mássica.

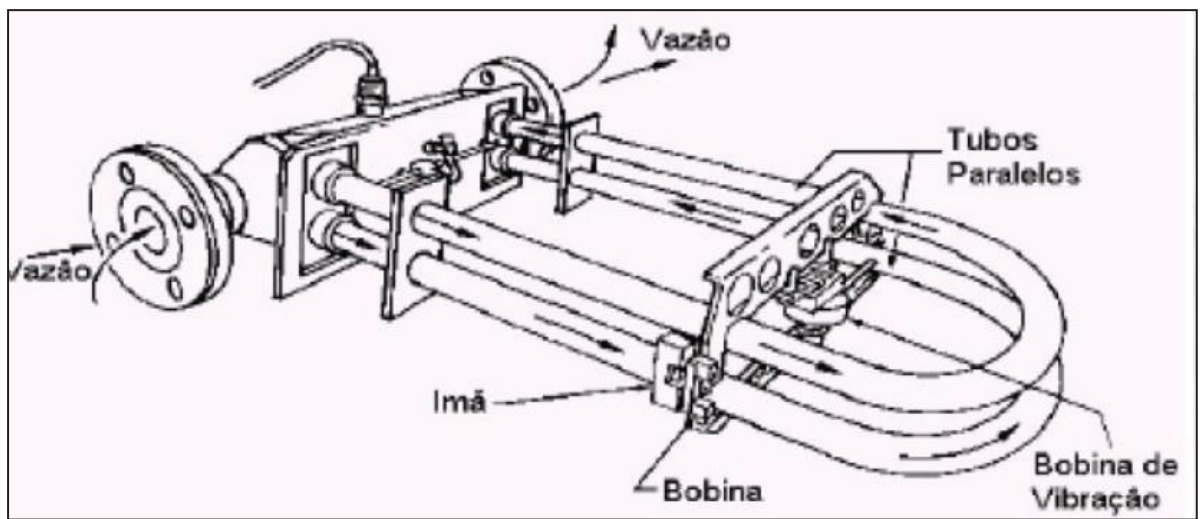


Figura 6 - Medidor de vazão coriolis princípio de funcionamento

Fonte: http://professor.ufop.br/sites/default/files/adrielle/files/aula_8.pdf

Este tipo de modelo tem uma vantagem em que o mesmo pode medir líquidos e gases, podendo ter uma grande gama de produtos a serem medidos. A sua precisão é muito boa comparada aos outros modelos de $\pm 0,1\%$ a $\pm 0,05\%$. Devido as suas características de poder medir qualquer fluido, este medidor é muito utilizado nas indústrias atualmente.

A representação deste princípio de funcionamento poderá ser observado na figura 07 abaixo.



Figura 7 - Princípio de funcionamento medidor coriolis

Fonte: Endress Hauser

2.2.5. MEDIDOR DE VAZÃO VORTEX

Os medidores tipo vórtex possuem seu princípio de medição através da velocidade dos fluidos utilizando o princípio operacional denominado efeito von Kármán, que estabelece que, quando uma vazão passa por um meio gerador de vórtex, e este mesmo gera vários vórtices giratórios que são medidos através de sensores capacitivos ou piezoelétricos que detectam as variações de pressão e os convertem em sinais elétricos (velocidade), como visto nas figuras 08.

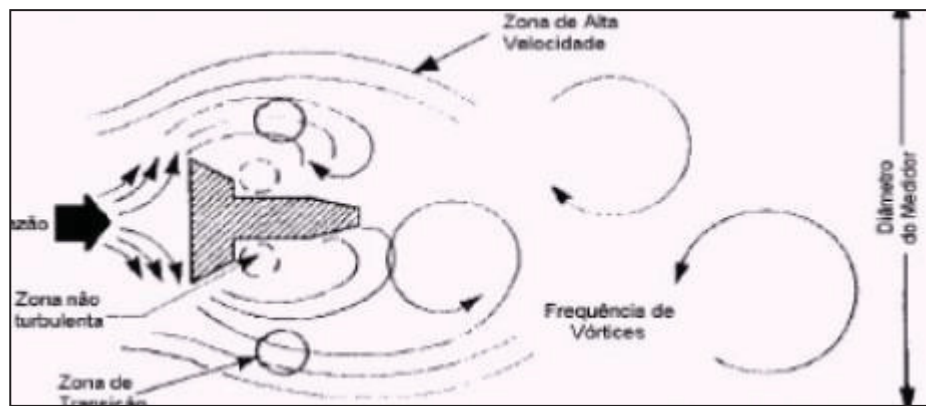


Figura 8 - Princípio de funcionamento medidor vortex

Fonte: http://professor.ufop.br/sites/default/files/adrielle/files/aula_8.pdf

Este modelo possui uma desvantagem em relação aos outros, em que o mesmo não absorve as vibrações de tubulações ou ruídos gerados pelo próprio fluido, o que pode resultar em uma medição imprevista, sendo observado na figura 09.

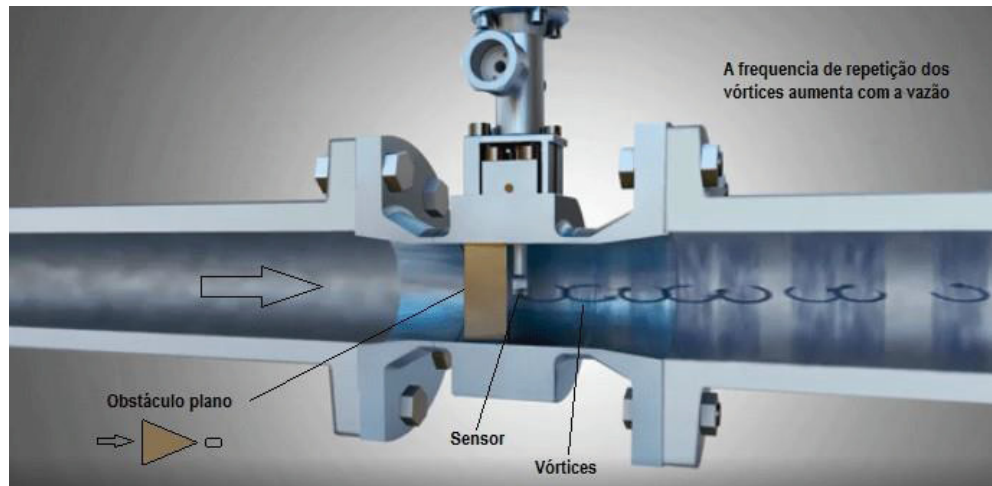


Figura 9 - Princípio de funcionamento medidor vortex

Fonte: <https://www.conaut.com.br/blog/102-como-funciona-um-medidor-tipo-vortex>

2.2.6. HIDROMETROS

O modelo deste medidor de vazão tem uso principalmente para utilização de medição de consumo de água em residências ou indústrias, gerenciado pelas companhias de saneamento para cobrança do fornecimento deste insumo. O hidrômetro ou contador de água faz sua medição volumétrica, mas na sua grande maioria ainda são analógicos, sem nenhuma interface eletrônica, fazendo com que a leitura seja realizada de maneira manual, como ilustrado na figura 10.

Existem vários tipos de hidrômetros:

- Taquimétrico ou de Velocidade
- Volumétrico
- Monojato
- Multijato
- Úmido e secos
- Mecânico
- Magnético

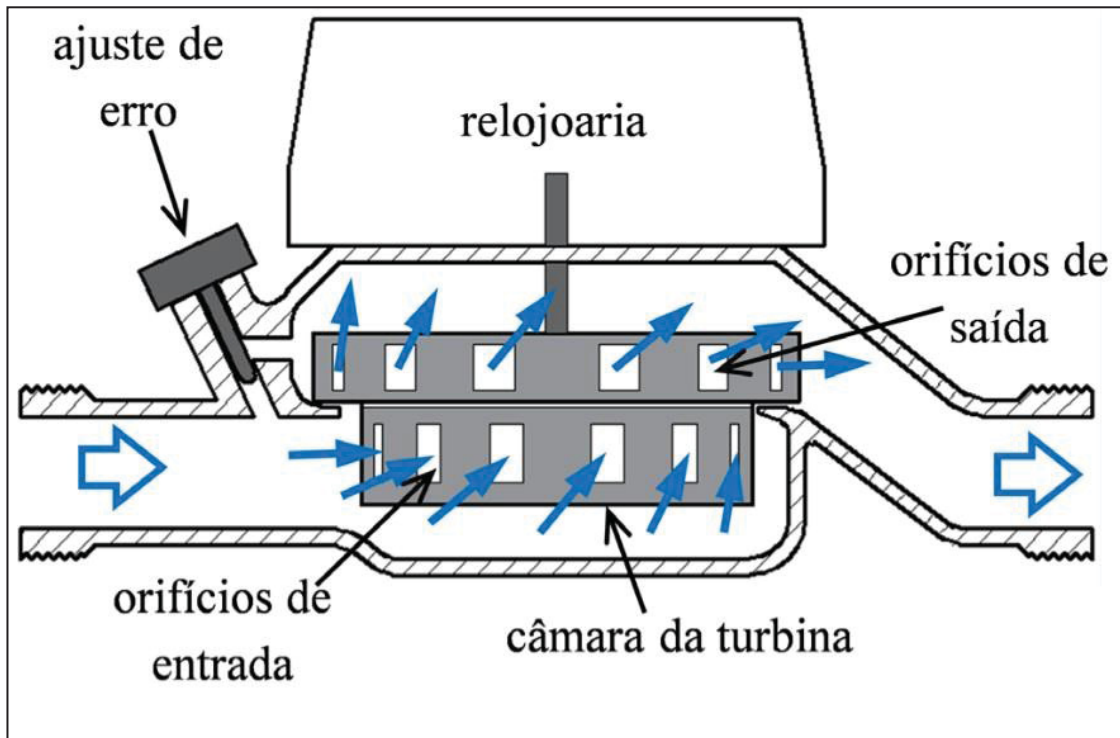


Figura 10 - Princípio de funcionamento medidor vortex

Fonte: <https://www.scielo.br/j/esa/a/9R5nxCfvQVtwr7Ghq69rPKM/#ModalFigf2>

2.3. PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO

Com a contínua evolução da indústria e a busca incessante de autonomia, confiabilidade e análise de dados em tempo real, bem como a rastreabilidade dos seus históricos gerados a partir de instrumentos e equipamentos para otimização e ajustes de processo, existem protocolos de comunicação que auxiliam este cenário. Agrupando e analisando estes dados (Big Data), as indústrias mineram e obtêm informações de grande relevância aos processos industriais.

Segundo PAHC (2021) os protocolos de redes industriais são os códigos criados para que os computadores possam se comunicar e realizar uma série de processos, ou seja, são conjuntos de regras que orientam como será realizada esta comunicação. É importante conhecer e entender os protocolos de comunicação industriais e sua aplicação para a escolha correta e ter o melhor custo-benefício para obter os resultados esperados.

Abaixo serão demonstrados os tipos de protocolos de redes industriais existentes:

2.3.1. PROFINET

O Profinet é baseado no padrão de comunicação Ethernet Industrial que permite a troca de dados entre os controladores, CLPs e dispositivos, como blocos de E/S ou drivers. É baseado em Ethernet e compatível com seus componentes, integrando facilmente sistemas e equipamentos, permitindo a automação dos processos como demonstrado na figura 11, conforme sua arquitetura.

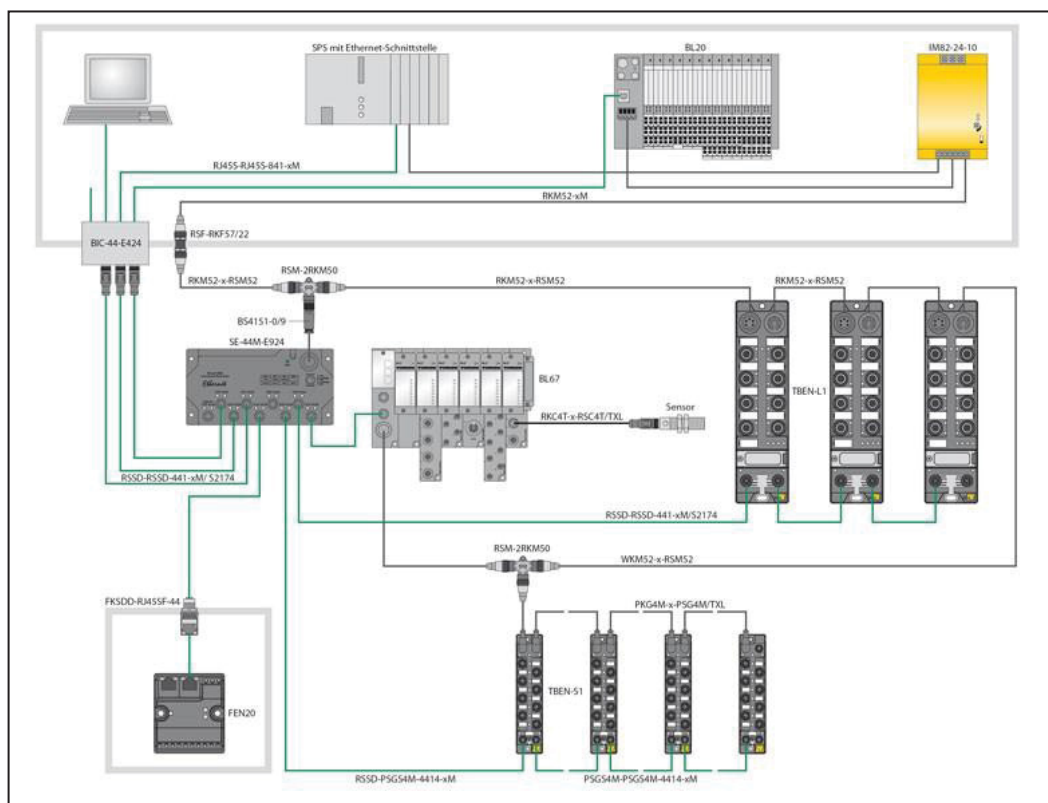


Figura 11 - Visão geral da arquitetura Profinet

Fonte: <https://www.turck.com.br/PT/PROFINET-2645.PHP>

2.3.2. PROFIBUS

Segundo SOUZA (2021), o protocolo é um sistema dito multimestre, e permite uma operação conjunta de equipamentos ou controladores terminais, e engenharia ou visualização, com seus respectivos periféricos, conforme ilustrado na figura 12. Este tipo de rede nos permite a integração de equipamentos e instrumentos de diferentes

fabricantes em uma mesma rede, ou seja, nos permite ter interoperabilidade e intercambialidade, isto é possível devido a padronização de seu protocolo.

Este protocolo teve início na indústria em 1995. Na automação, este padrão atende as exigências das normas IEC61158 e EN50170 e é dividido em 3 tipos de tecnologia:

- Profibus DB;
- Profibus PA;
- Profinet;

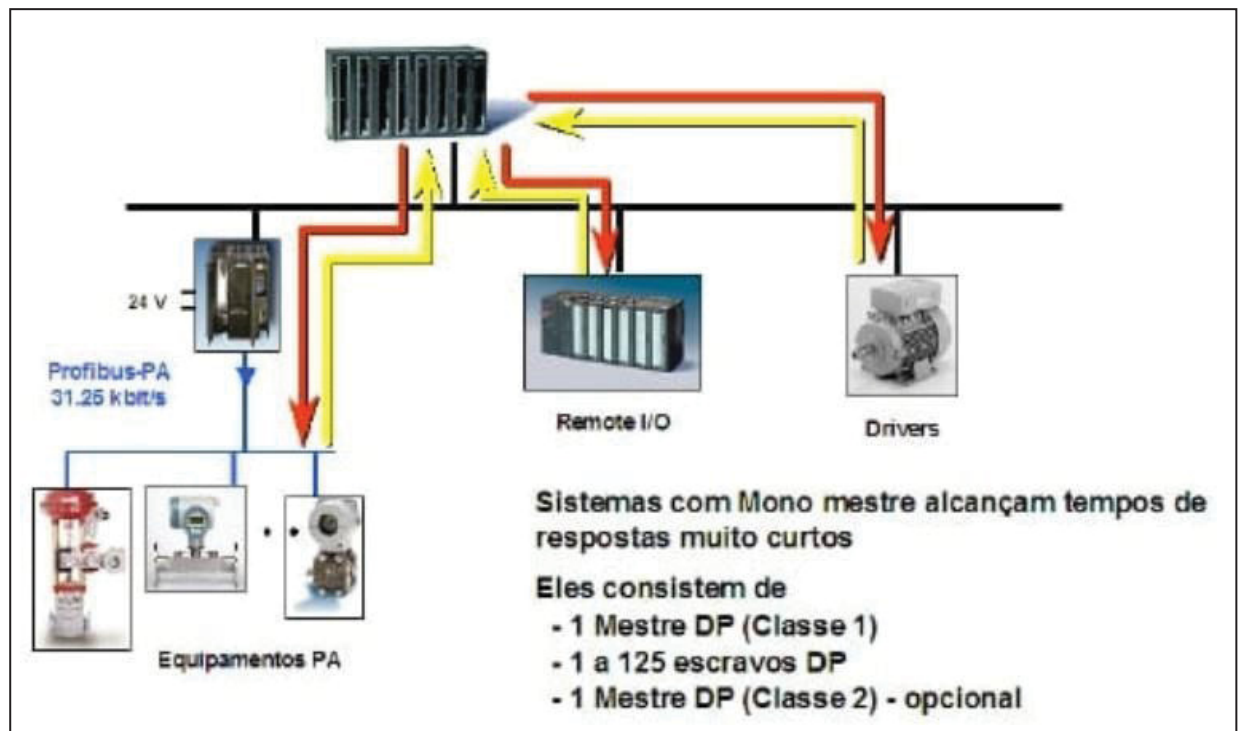


Figura 12 - Visão geral da arquitetura Profibus

Fonte: <https://www.automacaoindustrial.info/o-protocolo-profibus-parte-i/>

2.3.3. ETHERNET/IP

Segundo Dynapar (ACESSO 2022), EtherNet/IP é simplesmente uma implementação do Common Industrial Protocol. Ele foi projetado para se comunicar através da EtheNet padrão usada em nossas redes domésticas. o IP em ethernet/IP significa industrial Protocol, diferente do idioma de comunicação padrão da Internet do PCs conhecido como TCP/IP.

Os encoders EtherNet/IP suportam uma ampla topologia de rede incluindo redes lineares, em estrela e em anel. São projetados para integrar recursos e para otimizar a comunicação constante para cada tipo de topologia de rede, conforme mostrado na figura 13.

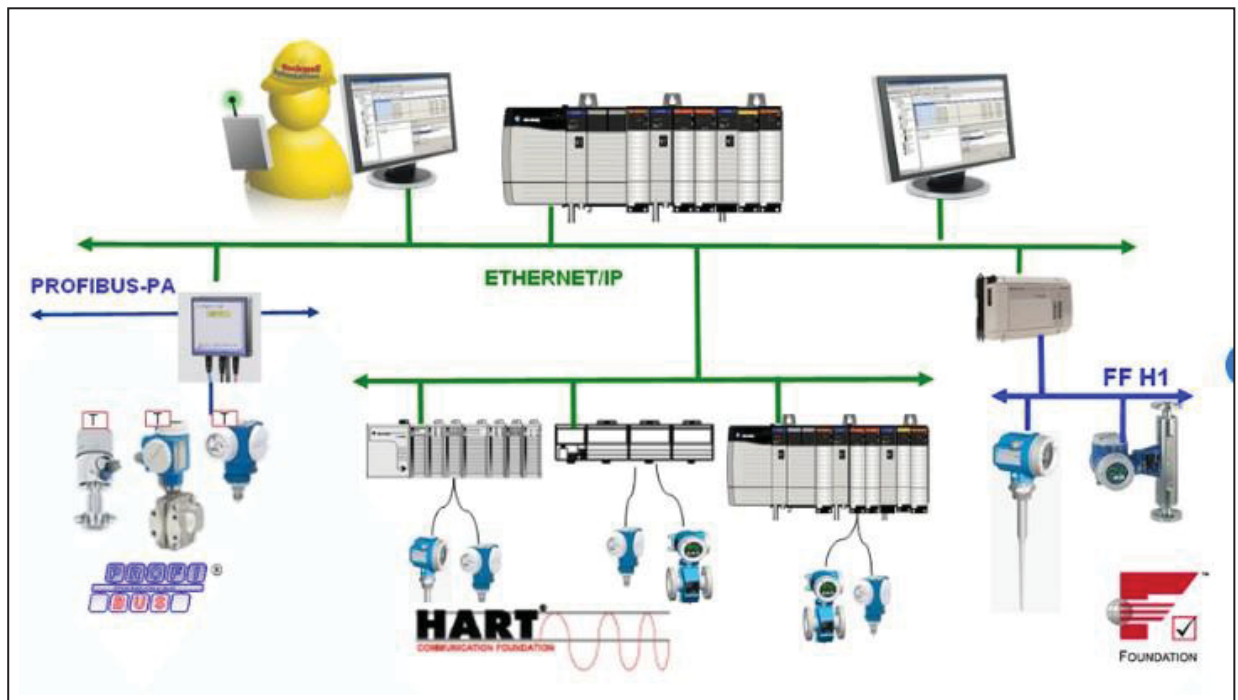


Figura 13 - Visão geral da arquitetura Ethernet/IP

Fonte: Rockwell Automation

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizado a abordagem qualitativa do estudo de caso da empresa MRPL, contendo caráter exploratório para demonstrar a deficiência da empresa em controle e distribuição de sua matéria prima, bem como controlar custos quando tem vazamentos nos processos, demorando muito para uma executar uma ação corretiva. A realização da pesquisa de campo e a ordenação da proposta de implementação de melhoria é demonstrada conforme fluxograma da figura 14:

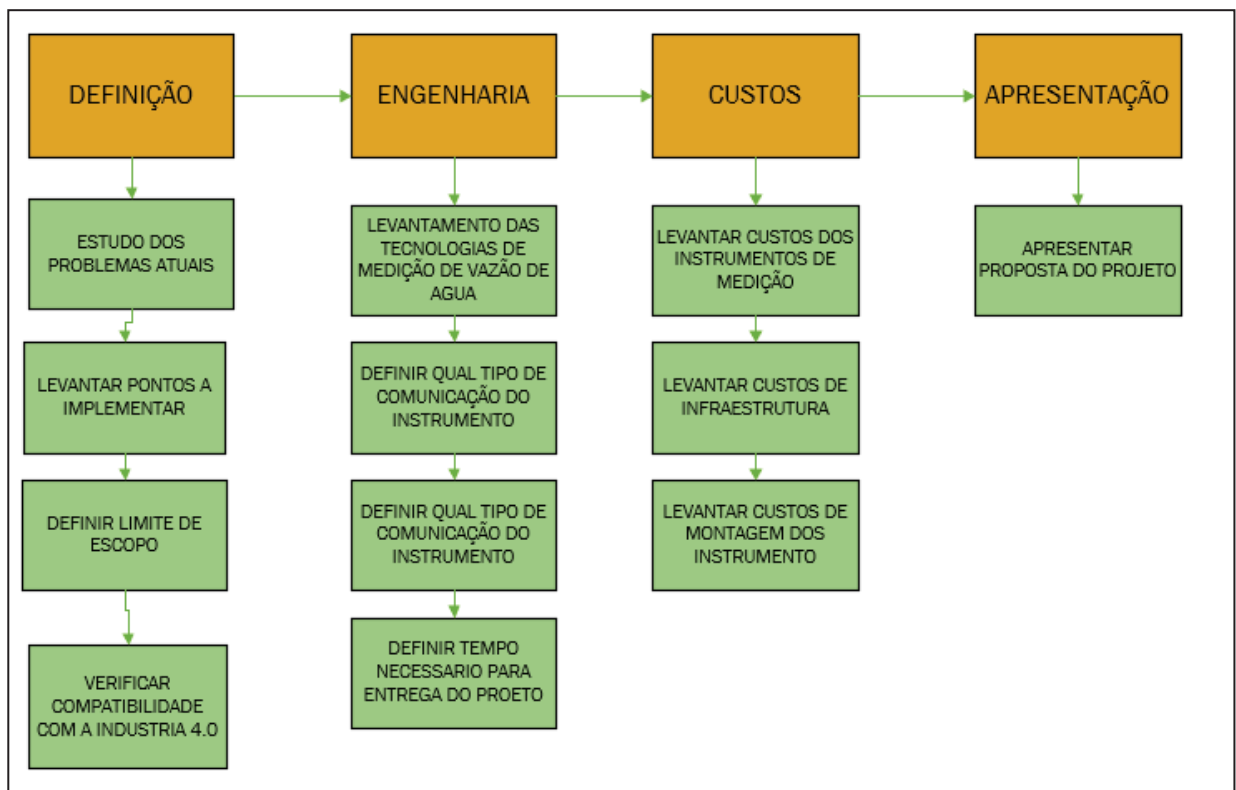


Figura 14 - Fluxograma de metodologia de trabalho

Fonte: Os autores

3.1 SITUAÇÃO ATUAL

Na figura 15 é demonstrada a visão geral da distribuição dos pontos de consumo de água potável que é utilizada como matéria prima na MRPL Latim América para produção de enzimas, que é fornecida pela concessionária de abastecimento de água (Sanepar).

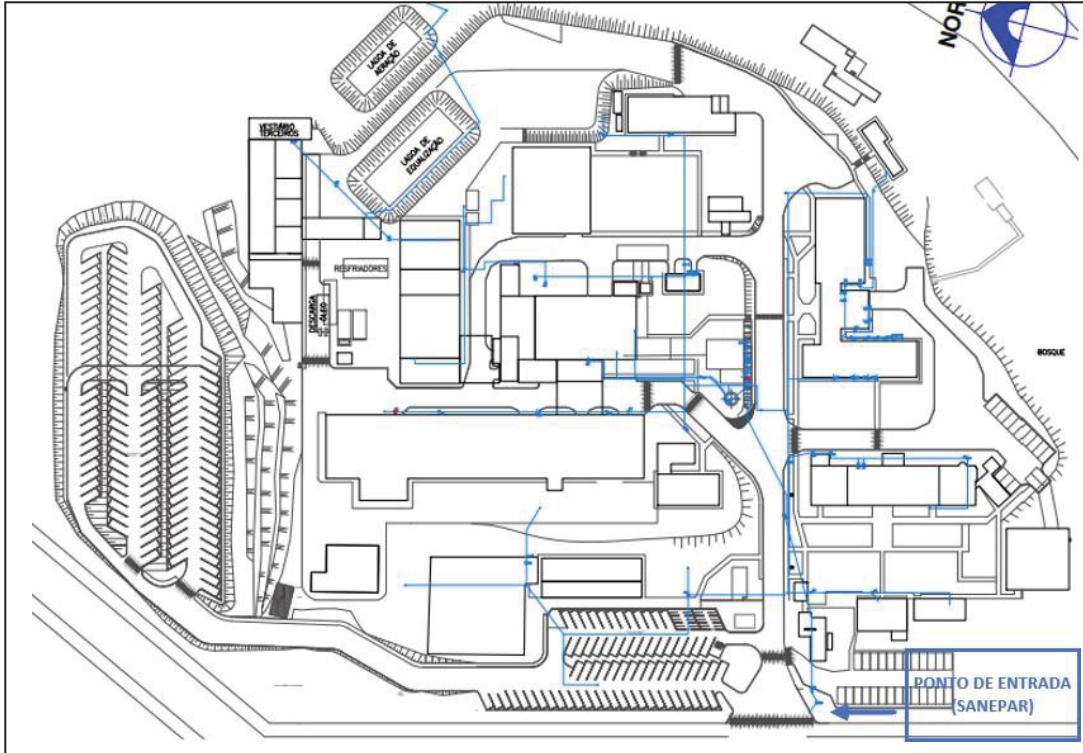


Figura 15 - Underground Distribuição de água da MRPL

Fonte: Os autores

No fluxograma da figura 16 é mostrado de maneira detalhada todos os pontos de consumo de água potável vindo da SANEPAR, dentro da área industrial.

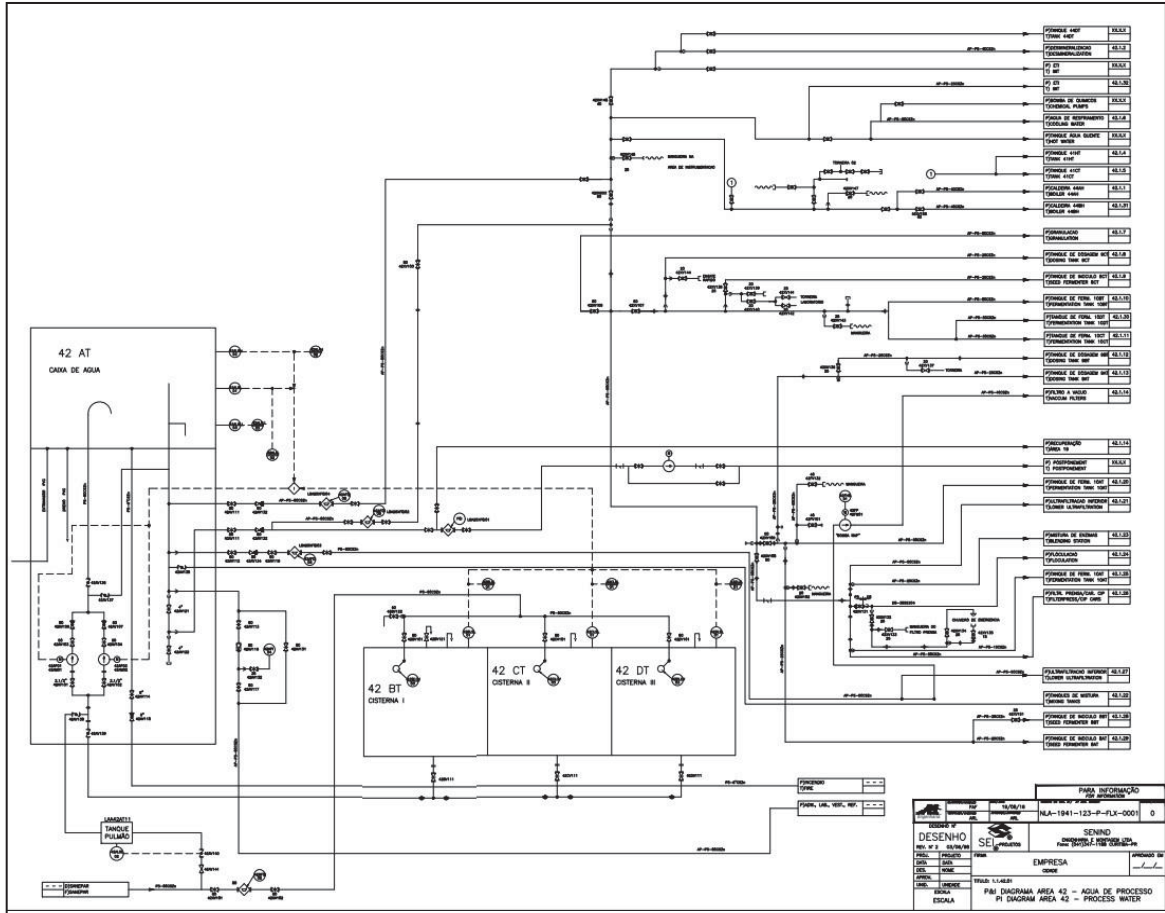


Figura 16 - Fluxograma de água do processo da MRPL

Fonte: MRPL

Conforme mapeado e evidenciado na figura 17, e empresa MRPL demonstra como é o processo atual por área.

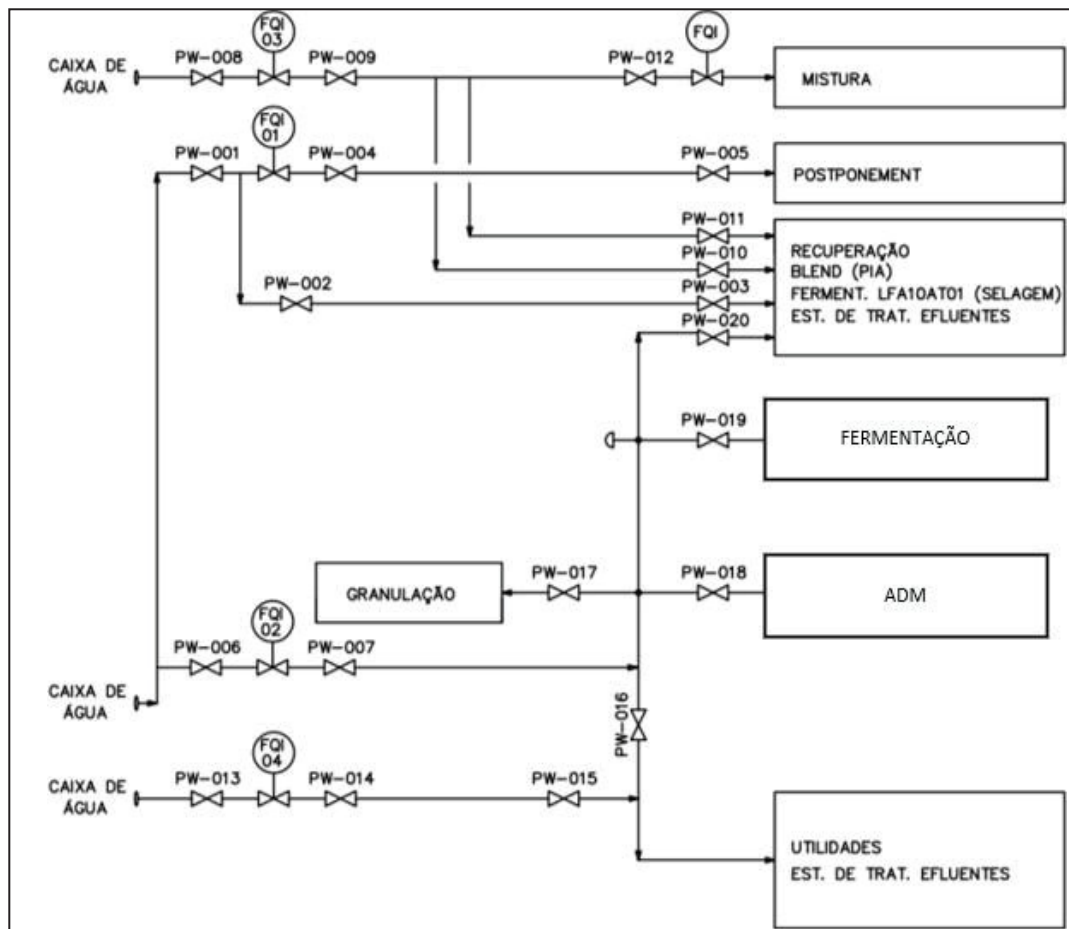


Figura 17 - Fluxograma de água do processo da MRPL por área

Fonte: MRPL

3.2 LIMITE DE BATERIA

A proposta de trabalhar em uma primeira etapa nos principais pontos de consumo de água, que é distribuído para os setores produtivos, e ficar para uma próxima etapa a inclusão de medidores de vazão por equipamentos dentro do processo produtivo, visto que será mostrado neste estudo de caso para ter uma

confiabilidade da leitura do consumo de água entre os principais áreas produtivas dentro da MRPL.

As áreas que deverão ser instalados os medidores de vazão são:

- Entrada da Fábrica
- Prédios Administrativos
- Granulação (Produção)
- Recuperação (Produção)
- Fermentação (Produção)
- Postponment (Produção)
- Blend Station (Produção)
- Utilidades (Produção)
- Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)

Na figura 18 será demonstrado de maneira macro onde serão substituídos os hidrômetros convencionais por medidores de vazão:

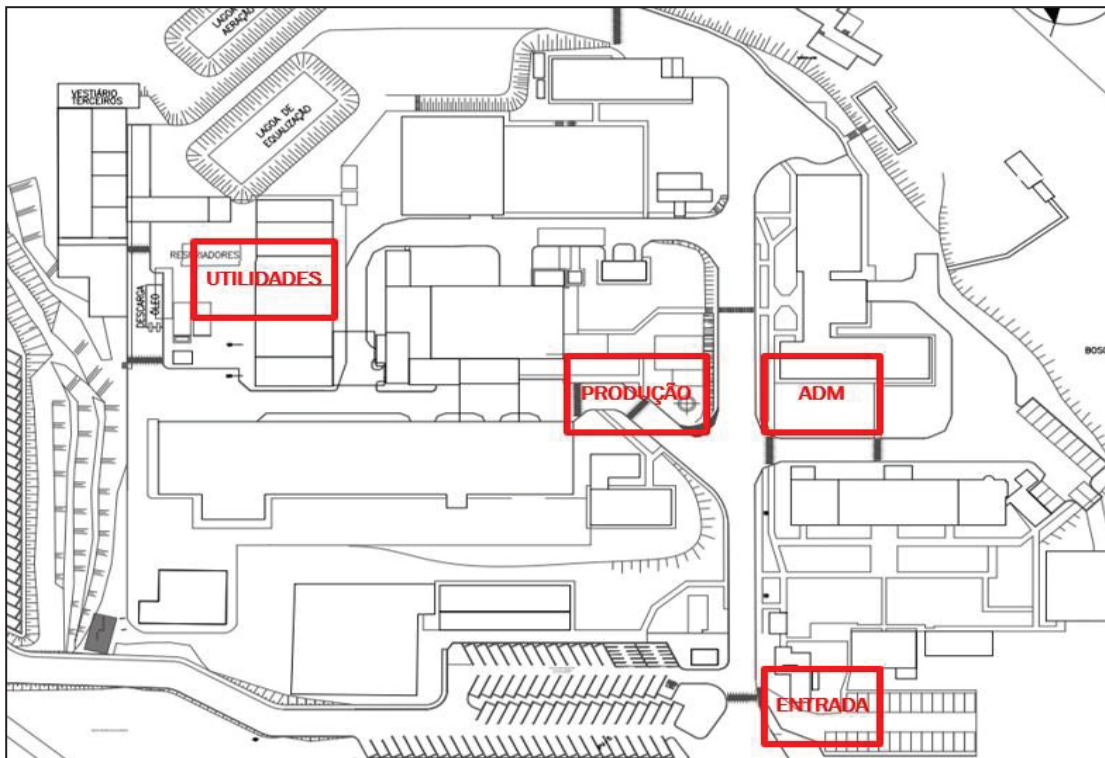


Figura 18 - Macrolocalização dos pontos de distribuição de água da MRPL

Fonte: MRPL e autores

A figura 19 indica as alterações propostas para individualizar os setores da empresa para que assim seja controlada a vazão de água.

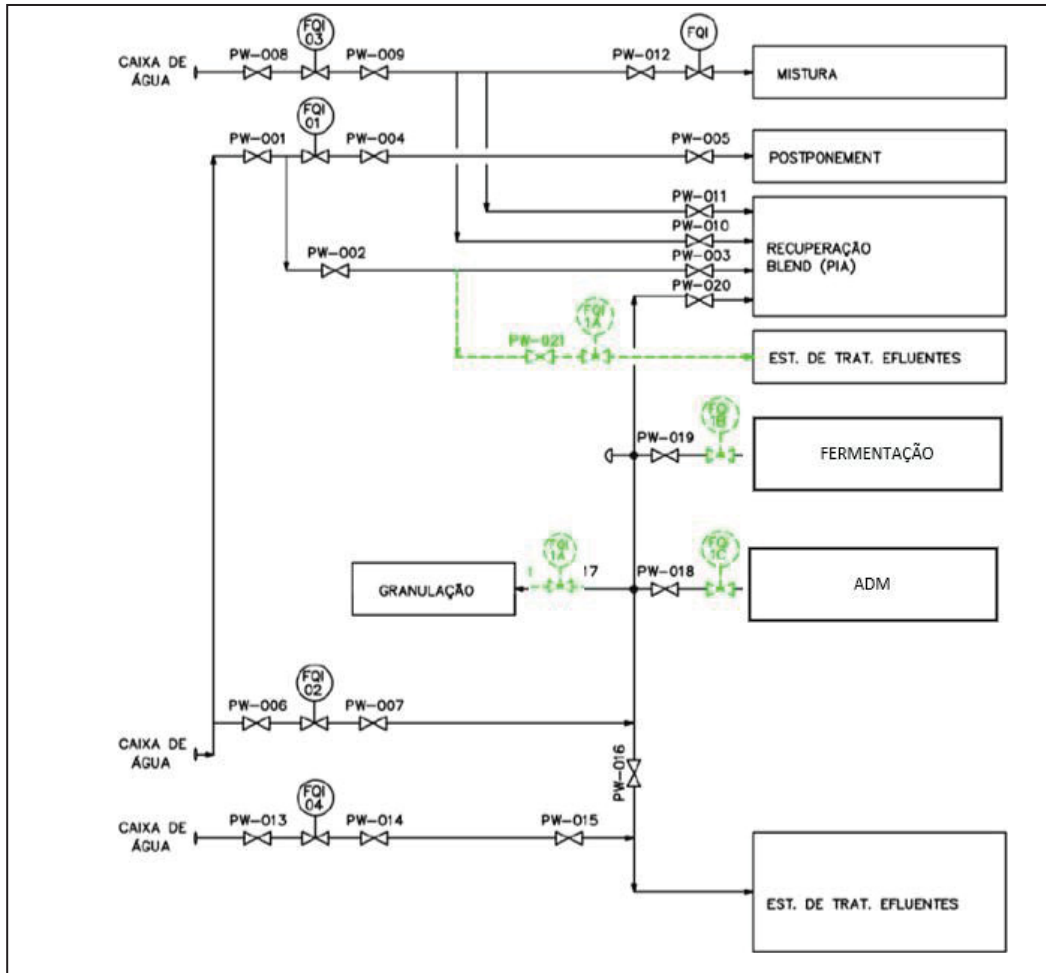


Figura 19 - Alteração proposta para individualizar setores da MRPL

Fonte: MRPL e autores

A figura 20 mostra o ponto de hidrômetro analógico disponível na MRPL que será substituído pelo modelo eletrônico.

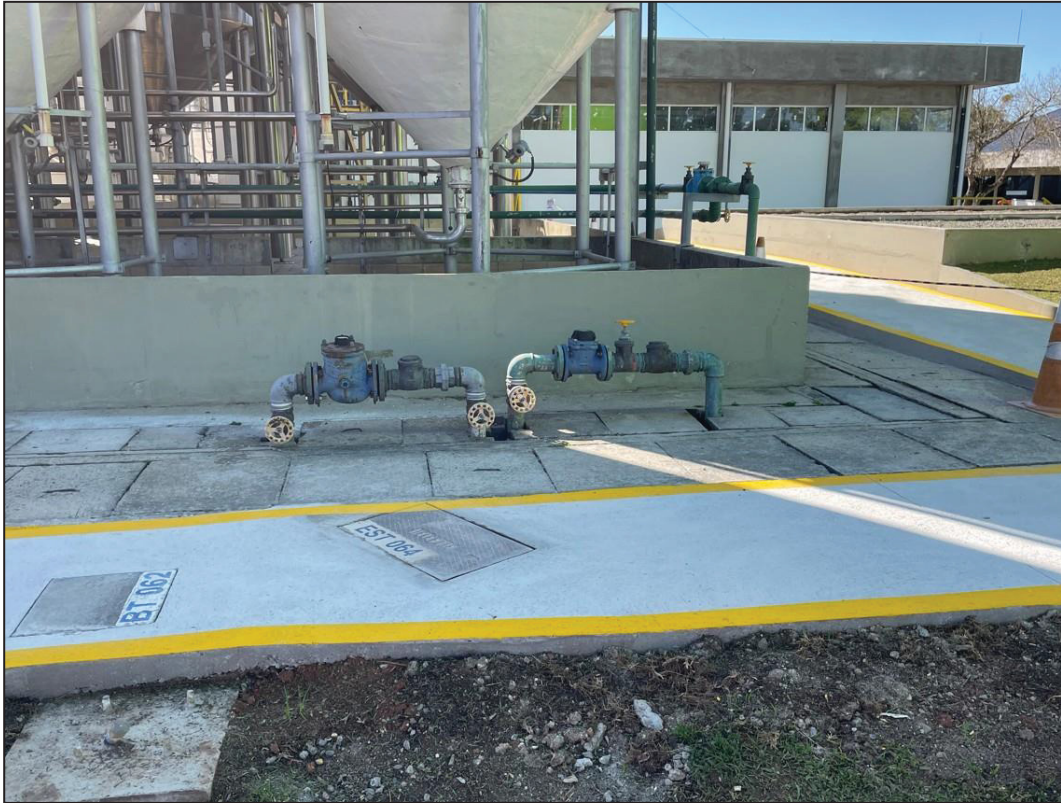


Figura 20 - Imagem dos hidrômetros FI 03 e 04 – Utilidades e meio ambiente

Fonte: os autores

A figura 21 identifica a localização do postpoment e fermentação, que serão substituídos pelo modelo eletrônico.



Figura 21 - Imagem dos hidrômetros FI

Fonte: Os autores

A figura 22 mostra a localização do flowmeter, que será substituído por um modelo eletrônico.



Figura 22 - Imagem do Flowmeter FT01 – ADM

Fonte: Os autores

A figura 23 mostra a localização do hidrômetro da ADM, que também será substituído por um modelo eletrônico.



Figura 23 - Imagem do hidrômetro FQ06 – ADM

Fonte: os autores

Para atendimento das melhorias e atendimento da individualização das medições de vazão de água, terão que ser seguidos alguns requisitos mínimos para facilitar o entendimento da leitura por parte dos operadores, onde deverão ser seguidos os requisitos abaixo:

- Instrumento para área não classificada
- Tipo de medidor eletromagnético
- Alimentação elétrica 24 VDC
- Saída / Entrada : Profinet ou Profibus DB

- Display de operação
- Interface com o CLP
- Totalizador
- Conexão ao processo
- Clamp
- Tamanho de acordo com diâmetro de cada linha

Conforme figura 24, a arquitetura de rede demonstra os medidores de vazão (FIT), ligados via cabo profinet a um CLP dedicado e posteriormente conectado à rede da MRPL industrial no SWITCH e posteriormente conectados ao supervisório.

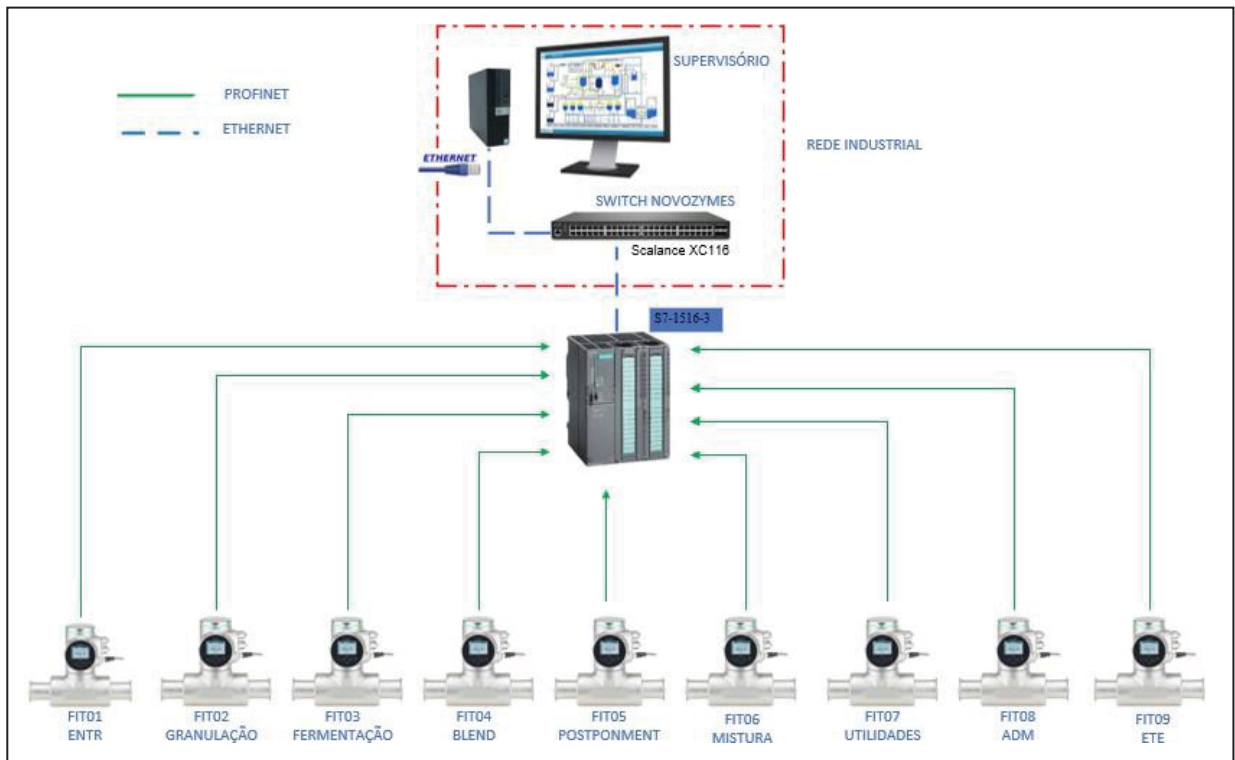


Figura 24 - Arquitetura de rede

Fonte: Os autores

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após determinação dos critérios para implementação do sistema de monitoramento online na empresa MRLP e buscando no mercado fornecedores de transmissão de vazão e fornecedores de montagem e automação que já fornecem serviços para empresa MRLP demonstramos na tabela 01 os custos necessários para implementação do sistema de monitoramento on-line.

DEMONSTRATIVO DO INVESTIMENTO PARA MONITORAMENTO ON-LINE	
MEDIDORES DE VAZÃO	R\$ 57.508,00
S7 1500 CLP CPU 1516-3 PN/DP - SIEMENS	R\$ 45.477,93
SWITCH SCALANCE XC116 - SIEMENS	R\$ 6.584,28
MONTAGEM ELETRICA + INFRAESTRUTURA	R\$ 15.000,00
AUTOMAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA	R\$ 9.918,09
TOTAL DO INVESTIMENTO	R\$ 134.488,30

TABELA 01: DEMONSTRATIVO DE CUSTOS
 FONTE: OS AUTORES

Na figura 25 apresentamos um projeto conceitual da tela do supervisor que deverá ser criada seguindo os padrões da empresa MRLP, neste modelo proposto consta todos os medidores de vazão de maneira individual, podendo ser realizada a leitura simultânea de consumo nas áreas, e todos tem a opção de quando clicar nele

mostre a totalização ou através de uma tela que mostre o gráfico de tendencia de consumo.



Figura 255 – Modelo proposto para a tela do Supervisório

Fonte: Os autores

5. CONCLUSÕES

Com base nos objetivos propostos no Capítulo 1 deste trabalho, que traz como principal objetivo, propor um sistema de monitoramento on-line de água, tendo como base de estudo a indústria MRLP.

Podemos concluir que com a implementação do projeto de monitoramento de água on-line teremos os objetivos propostos no capítulo 1 alcançados:

- Leitura online na tela do supervisor.
- Leitura confiável do consumo de entrada de água na fábrica.
- Leitura confiável do consumo dos setores produtivos e adm.
- Rateio do consumo de água entre os setores.
- Maior agilidade na identificação e saneamento de vazamentos.
- Confiabilidade nas tomadas de decisões para redução no consumo de água.
- Implementação de tecnologia 4.0.

5.1 SUGESTOES PARA TRABALHOS FUTUROS

Além do atendimento dos objetivos propostos, este projeto proporciona uma possibilidade futura de desenvolvimento e continuidade de melhoria do processo produtivo, visando dar continuidade no desenvolvimento de uma indústria 4.0. Temos a possibilidade de proporcionar um projeto para instalação de medidores de vazão em todos os pontos de consumo do processo produtivo, assim teremos uma otimização dos processos, redução dos desperdícios de água e tomadas de decisões assertivas referente aos processos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RIBEIRO, Marco Antonio. **Medição de Vazão**. 6º Ed. Treinamento & Consultoria LTDA.

SENAI-ES, Companhia Siderúrgica Tubarão, Instrumentação Básica II. 1999

<https://www.automacaoindustrial.info/a-evolucao-do-autodiagnostico-na-medicao-de-vazao/>

<https://www.conaut.com.br/blog/104-os-cinco-principais-tipos-de-medidores-de-vazao>

<https://www.pahcautomacao.com.br/protocolos-de-redes-industriais-quais-sao-os-principais/>

<https://www.pahcautomacao.com.br/protocolos-de-redes-industriais-quais-sao-os-principais/>

[Flow measurement and control - Bürkert Fluid Control Systems \(burkert-usa.com\)](https://www.burkert.com/pt/Flow%20measurement%20and%20control%20-%20B%FCurkert%20Fluid%20Control%20Systems%20(burkert-usa.com))

<https://www.vivaceinstruments.com.br/pt/artigo/a-medicao-de-vazao>

ANEXOS

Anexo A – contato com engenheira de processo da Novozymes



De: Bruna Cristine
Para: Rodrigo Regazzo

Monitoramento de água 4.0 - Mensagem (HTML) Pesquisar

Arquivo Mensagem Ajuda

Excluir Arquivar Responder Responder a Todos Encaminhar

Sensibilidade Compartilhar no Teams

Civil Para o Gerente Email de Equipe

Mover

Marcar como Não Lida Categorizar Acompanhamento

Traduzir para Chinês Simplificado Traduzir para Chinês Tradicional Conversão Chinesa

Monitoramento de água 4.0

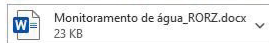


BVL (Bruna Cristine Vieira Lopes)

Para RORZ (Rodrigo Regazzo)

Cc ANBO (Anthoni Bombardelli)

📌 Você encaminhou esta mensagem em 13/05/2022 16:42.



Traduzir a mensagem para: Português (Brasil) Nunca traduzir do: Inglês Preferências de tradução

Boa tarde Rodrigo, tudo bem?

Em anexo segue um descritivo macro sobre o monitoramento, caso você queira um descritivo micro por favor nos avise, pois já temos uma ideia inicial, mas não sabíamos se era essa a sua necessidade.

Obrigada.

Best regards,

Bruna Cristine Vieira Lopes
Process Specialist II

Novozymes Latin America Ltda.
Rua Professor Francisco Ribeiro 683
83707-660 Araucária - PR Brazil
Phone: +55 41 36411161
Mobile: +55 41991853096
E-mail: bvl@novozymes.com

Find Novozymes on: [Web](#) | [LinkedIn](#) | [Twitter](#) | [Facebook](#)

Novozymes Latin America Ltda. (reg. no.: 47.247.705/0001-71). Registered address: Rua Professor Francisco Ribeiro, 683, Araucária, Paraná (PR), 83707-660, Brazil
This e-mail (including any attachments) is for the intended addressee(s) only and may contain confidential and/or proprietary information protected by law. You are hereby notified that any unauthorized reading, disclosure, copying or distribution of this e-mail or use of information herein is strictly prohibited.

Anexo B – cotação para implementação do sistema



Re: Proposta para implementação do sistema de monitoramento de água



Gregorio <gregorio@rozario.com.br>
Para RORZ (Rodrigo Regazzo)

Este remetente gregorio@rozario.com.br é de fora da sua organização.



Inicie sua resposta a todos com: [Aprovado.](#) [De acordo!](#) [Recebi-o!](#) [Comentários](#)

Boa tarde, Rodrigo.

Anexo encaminhado proposta para automatizar o rateio de consumo de água da Novozymes Latin America.

Se tiver dúvidas, pode me procurar.

Atenciosamente,



J. Gregório do Rozário
Rozário Engenharia Ltda.
Diretor Técnico/Technical Director

[+55 \(47\) 99969-1106](tel:+5547999691106)

[@ gregorio@rozario.com.br](mailto:gregorio@rozario.com.br)

[gregorio-rozario](https://www.linkedin.com/company/gregorio-rozario)

On 06/08/2022 16:56, RORZ (Rodrigo Regazzo) wrote:

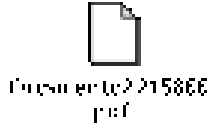
Bom dia Gregorio

Gostaria de receber uma proposta para implementarmos o monitoramento online de medidores de vazão para água de processo.

1. Configuração de 9 instrumentos (medidores de vazão).
2. Criar programação para coleta de dados dos medidores de maneira individual e totalizar para conferência com o medidor de entrada.
3. Criar tela do supervisório para consulta e coleta dos dados
4. Treinamento para os operadores.

Abaixo segue a arquitetura de rede proposta.

Anexo C – Proposta da CPU e Switch



RE: Cotação

 Gustavo | Reymaster <gustavo@reymaster.com.br>
Para: RORZ (Rodrigo Regazzo)
Cc: Andressa - Reymaster

Este remetente gustavo@reymaster.com.br é de fora da sua organização.

 Orçamento2215866.pdf
244 KB

Inicie sua resposta a todos com: [Aprovado.](#) [Recebi-o!](#) [Encomenda confirmada.](#) [Comentários](#)

boa tarde

RODRIGO

segue cotação 2215866 em anexo

GUSTAVO ANDRADE
Vendas

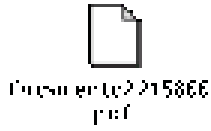
 41 9 8799-5775  41 3021-5006
 gustavo@reymaster.com.br



REYMASTER
MATERIAIS ELÉTRICOS
www.reymaster.com.br

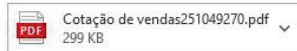
Materiais Elétricos em geral | Automação | Iluminação | Cabeamento Estruturado
Drives | Sensores | Identificação (rotuladores) | Segurança em Altura

Anexo D – Proposta dos medidores de vazão



ENC: Pontos de Medição Para Agua Novozymes PROPOSTA COMERCIAL 251049270

LE Larsen, Emerson <Emerson.Larsen@burkert.com>
 Para RORZ (Rodrigo Regazzo)
 Este remetente Emerson.Larsen@burkert.com é de fora da sua organização.



Boa tarde Rodrigo, tudo bem?
 Segue anexo orçamento conforme levantamento!

Atenciosamente / Best Regards
Bürkert Fluid Control Systems
 Emerson Larsen
 Gerente de Contas
 Burkert Brasil Ltda.
 Phone +55 11 2186-1164
 Mobile +55 (41) 99249-6036

emerson.larsen@burkert.com
www.burkert.com.br

WE MAKE IDEAS FLOW!

