



SAMUEL MIRANDA CARVALHAIS

***PIMS*: UM PANORAMA DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE
INFORMAÇÕES DE PROCESSOS INDUSTRIAIS**

**LAVRAS – MG
2023**

SAMUEL MIRANDA CARVALHAIS

***PIMS*: UM PANORAMA DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE INFORMAÇÕES DE
PROCESSOS INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia de
Controle e Automação, para obtenção do título
de Bacharel.

Prof. Dr. Vinícius Miranda Pacheco
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

SAMUEL MIRANDA CARVALHAIS

***PIMS*: UM PANORAMA DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE INFORMAÇÕES DE
PROCESSOS INDUSTRIAIS**

**PIMS: AN OVERVIEW OF MANAGEMENT SYSTEMS INDUSTRIAL PROCESS
INFORMATION**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia de
Controle e Automação, para obtenção do título
de Bacharel.

APROVADO em 14 de dezembro de 2023.

Dr. Vinícius Miranda Pacheco – UFLA

Dra. Juliana Galvani Greggi - UFLA

Rérison Otoni Araújo - UFOP

Prof. Dr. Vinícius Miranda Pacheco
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

*À minha mãe, que nunca mediu esforços para construir as bases que
me trouxeram até aqui.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, meu pai e minha irmã pelo apoio durante todos os momentos.

Agradeço a minha namorada, que esteve comigo quando precisei.

Agradeço aos meus amigos de GV.

Agradeço aos amigos de Lavras.

Agradeço à grandiosa República Cabaré, aos meus irmãos.

Muito obrigado!

*“A simplicidade é o último grau da sofisticação.”
(Leonardo da Vinci)*

RESUMO

Com o crescente desenvolvimento tecnológico das indústrias na chamada quarta revolução industrial, vem aumentando também a quantidade de sistemas de automação atuando de forma independente em etapas diferentes de um mesmo produto, conseqüentemente aumentando a quantidade de dados gerados e demandando um esforço para uma visão completa do processo para a identificação de gargalos de produção e tomadas de decisões táticas ou estratégicas. Para tanto, os engenheiros necessitam de sistemas de gerenciamento das informações de plantas industriais, conhecidos como *PIMS (Plant/Process Information Management Systems)*, capazes de proporcionar de forma facilitada o acesso a todos os dados do processo, por meio de telas ou relatórios personalizados. Este trabalho tem como objetivo apresentar a arquitetura comum e as principais funcionalidades desse tipo de sistema, bem como situá-lo no contexto dos sistemas de automação industrial, através da revisão de bases de dados acadêmicas, dissertações, teses e publicações em revistas da área. Além disso, ele visa incentivar a utilização e estudos de melhorias para os *PIMS*, dando visibilidade de seus benefícios, aplicações e desafios atuais.

Palavras-chave: *PIMS*. Dados. Informação. Indústria.

ABSTRACT

With the increasing technological development of industries in the so-called fourth industrial revolution, the number of automation systems acting independently in different stages of the same product has also increased, consequently increasing the amount of data generated and demanding an effort for a complete view of the process for identifying production bottlenecks and making tactical or strategic decisions. To this end, engineers need industrial plant information management systems, known as PIMS (Plant/Process Information Management Systems), capable of providing easy access to all process data, through screens or personalized reports. This work aims to present the common architecture and main functionalities of this type of system, as well as situating it in the context of industrial automation systems, through the review of academic databases, dissertations, theses, and publications in journals in the area. Furthermore, it aims to encourage the use and studies of improvements to PIMS, providing visibility of their benefits, applications, and current challenges.

Keywords: PIMS. Data. Information. Industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem ilustrativa sobre as funções e capacidades da Internet das Coisas.....	14
Figura 2 - Pirâmide da Automação.....	17
Figura 3 - Cenário das Ilhas de Automação.....	18
Figura 4 - Teste de Exceção.....	22
Figura 5 - Teste de Compressão.....	22
Figura 6 - Organização do Arquivo de Dados.....	23
Figura 7 - Arquitetura do sistema <i>PIMS</i>	29
Figura 8 - <i>PI ICU Ramp Soak Simulator – General</i>	34
Figura 9 - <i>PI ICU Ramp Soak Simulator – ramsoak</i>	35
Figura 10 - <i>PI ICU Random Simulator – General</i>	35
Figura 11 - <i>PI ICU Random Simulator – random</i>	36
Figura 12 - <i>PI ICU OPC Local – General</i>	37
Figura 13 - <i>PI ICU OPC Local – OPCInt</i>	37
Figura 14 - <i>PI ICU OPC Remoto – General</i>	38
Figura 15 - <i>PI ICU OPC Remoto – OPCInt</i>	38
Figura 16 - <i>PI ICU RDBMS – General</i>	39
Figura 17 - <i>PI ICU RDBMS – rdbodbc</i>	40
Figura 18 - <i>PI System Management Tools</i>	41
Figura 19 - <i>PI Builder – CDT158 – General</i>	42
Figura 20 - <i>PI Builder - Sinusoid – General</i>	42
Figura 21 - <i>PI Builder – Archive</i>	43
Figura 22 - <i>PI Builder – Classic</i>	43
Figura 23 - <i>PI Builder – Security</i>	43
Figura 24 - <i>PI Builder – System</i>	44
Figura 25 - <i>PI AF – Estruturação de Ativos</i>	45
Figura 26 - <i>PI AF – Consulta de Dados</i>	45
Figura 27 - <i>PI Vision – Tela Monitoramento de Barragens</i>	46
Figura 28 - <i>PI Vision – Tela Monitoramento de Servidores (1)</i>	46
Figura 29 - <i>PI Vision – Tela Monitoramento de Servidores (2)</i>	47
Figura 30 - <i>PI Vision – Tela Monitoramento de Servidores (3)</i>	47
Figura 31 - <i>PI Vision – Tela Monitoramento de Ativos</i>	48

LISTA DE SIGLAS

AF	<i>Asset Framework</i>
CLP	Computador Lógico Programável
DA	<i>Data Archive</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ICU	<i>Interface Configuration Utility</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
ODBC	<i>Open Database Connectivity</i>
OLE	<i>Object Linking and Embedding</i>
OPC	<i>OLE for Process Control</i>
PC	<i>Particular Computer</i>
PIMS	<i>Process Information Management System</i>
RDBMS	<i>(Relational Database Moanagement System)</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Aquisition</i>
SCM	<i>Supply Chain System</i>
SDCD	Sistema Digital de Controle Distribuído
SMT	<i>System Management Tools</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos gerais	12
1.3	Objetivos específicos.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Indústria 4.0	13
2.1.1	Internet das Coisas	14
2.1.2	<i>Big Data</i> e análise avançada.....	14
2.1.3	Inteligência Artificial.....	15
2.1.4	<i>Digital Twin</i> (Gêmeo Digital)	15
2.2	Sistemas de automação.....	16
2.3	Process Information Management System (PIMS)	18
2.3.1	Coleta de dados	20
2.3.2	Armazenamento de dados	21
2.3.3	Disponibilização de dados.....	23
3	METODOLOGIA	25
4	ANÁLISE	27
4.1	Evolução e conceitos fundamentais do <i>PIMS</i>	27
4.1.1	Funcionalidades e arquitetura do <i>PIMS</i>	28
4.1.2	Impactos e benefícios do <i>PIMS</i>	29
4.1.3	Desafios e empecilhos	30
4.2	O <i>PIMS</i> e a Indústria 4.0	31
4.3.1	<i>AVEVA</i>	32
4.3.2	<i>Rockwell Automation</i>	33
4.4.1	Interfaces de comunicação	34
4.4.2	Gerenciamento de dados	40
4.4.3	Estruturação e contextualização de ativos	44
4.4.4	Disponibilização e telas	45
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, o conceito de automação tem se consolidado tanto no cenário industrial quanto no empresarial. Segundo Lima (2003), a ideia de que a automação era aplicada apenas a equipamentos de campo e processos industriais se desconstrói ao passo que é compreendida a possibilidade de transformação de atividades rotineiras em automáticas por meio de sistemas físicos ou computacionais, avançando além de máquinas e equipamentos, com o intuito de auxiliar, também, na tomada de decisões corporativas, como no controle de produção e gerenciamento de recursos. Por conseguinte, para centralizar tais dados e possibilitar uma fácil correlação entre processos, surgiram os sistemas gerenciadores de informações de processos.

Até pouco antes dos últimos anos que precederam a virada do milênio, o cenário industrial ainda organizava-se de forma desconexa, com suas áreas internas compreendidas como unidades independentes, responsáveis por controlar sua parte do processo e mantendo suas próprias bases de dados isoladas das demais, constituindo o que seriam chamadas “ilhas de automação”. A realização de estudos de possibilidade de melhorias demandava um grande esforço estratégico para que as informações de diferentes setores, até então fora de um padrão de conformidade, fossem relacionadas. Logo, essa dispersão de informações dificultava a obtenção de uma visão completa e integrada dos processos industriais, o que pode levar a lacunas na compreensão dos desempenhos operacionais, gargalos de produção e oportunidades de melhoria.

Nesse ambiente, começou a ser observada tanto a necessidade dos engenheiros de ferramentas universais capazes de se comunicar com diversos equipamentos, quanto a oportunidade de inovação e melhoria para a gestão de processos industriais (LIMA, 2019).

Diante disso, nasce a ideia do *PIMS (Process Information Management System)*, um sistema que seja capaz de gerenciar informações de processos industriais, solucionando o problema da fragmentação dos dados e consolidando toda informação possível em uma base unificada, facilitando sua correlação para estudos multidisciplinares.

Ainda hoje, as empresas enfrentam desafios significativos em relação à gestão de informações de processo. E, à medida que a automação e a digitalização avançam, a complexidade dos processos industriais aumenta, o que torna cada vez mais importante o acesso a dados precisos, confiáveis e em tempo real, uma vez que as empresas lidam com um volume massivo de informações provenientes de sensores, máquinas, sistemas de automação e outros dispositivos, o que pode tornar difícil a gestão eficiente. Além disso, a velocidade com que os dados são gerados requer que as empresas tenham a capacidade de acessar e interpretar essas

informações rapidamente, pois a tomada de decisões com base em dados desatualizados pode resultar em ações ineficazes e perda de oportunidade de melhoria.

1.1 Justificativa

A gestão eficiente de informações é um fator determinante para o sucesso das empresas, especialmente em um cenário industrial cada vez mais complexo e competitivo. O *PIMS* permite, assim, a centralização e a organização de dados provenientes de diferentes fontes, tornando-os acessíveis para análise e monitoramento em tempo real. Essa capacidade de capturar e consolidar informações críticas dos processos produtivos possibilita uma visão abrangente e precisa das operações industriais. O estudo se justifica diante da necessidade de compreender e explorar a importância desse sistema no contexto empresarial atual.

Devido ao amplo conteúdo abordado no curso de Engenharia de Controle e Automação, bem como a grande quantidade de sistemas de automação que vem surgindo, é inviável que seja dada a devida atenção para cada ferramenta. Entretanto, em virtude da gama de benefícios que o *PIMS* é capaz de proporcionar no cenário industrial, se faz necessário dar visibilidade ao tema. Logo, ao estudá-lo, é possível compreender como tal ferramenta contribui na otimização e na eficiência operacional, reduzindo custos, melhorando a qualidade do produto e antecipando falhas em potencial.

1.2 Objetivos gerais

O presente trabalho tem como objetivo central apresentar, com detalhes, os principais conceitos envolvidos no uso de ferramentas *PIMS*. Ao realizar esse estudo, espera-se contribuir para o entendimento dessa importante tecnologia e sua influência positiva na transformação e aprimoramento contínuo dos processos industriais.

1.3 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) analisar as principais funcionalidades que caracterizam o *PIMS*;
- b) seu papel no cenário industrial;
- c) sua relação com a indústria 4.0, em específico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são apresentados os conceitos teóricos utilizados como base para fundamentação do trabalho.

2.1 Indústria 4.0

Na segunda metade de XVIII, o advento da Revolução Industrial, marcada, principalmente, pelo grande avanço tecnológico e a consolidação do capitalismo como sistema econômico vigente, destaca as transformações no modo de produção e as relações entre o patrão e o trabalhador (SILVA, [s.d.]). Contudo, as mudanças econômicas, sociais e tecnológicas causaram impactos para além do momento em que se inscrevem.

Assim, a Indústria 4.0 é um conceito que descreve a atual revolução industrial impulsionada pela digitalização, automação e integração de tecnologias avançadas, que redefine a forma como as indústrias operam, produzem e gerenciam seus processos.

A Indústria 4.0 tem sido um tema amplamente discutido no mundo empresarial, especialmente por conta do impacto que a transformação digital tem trazido para a produção industrial e o mercado em sua totalidade. De acordo com um relatório produzido pela Fact.MR, as projeções são de que a demanda por transformação digital possa chegar à casa dos US\$ 2,3 trilhões até 2032, representando um crescimento médio anual de 14,2% (LEÃO, 2023).

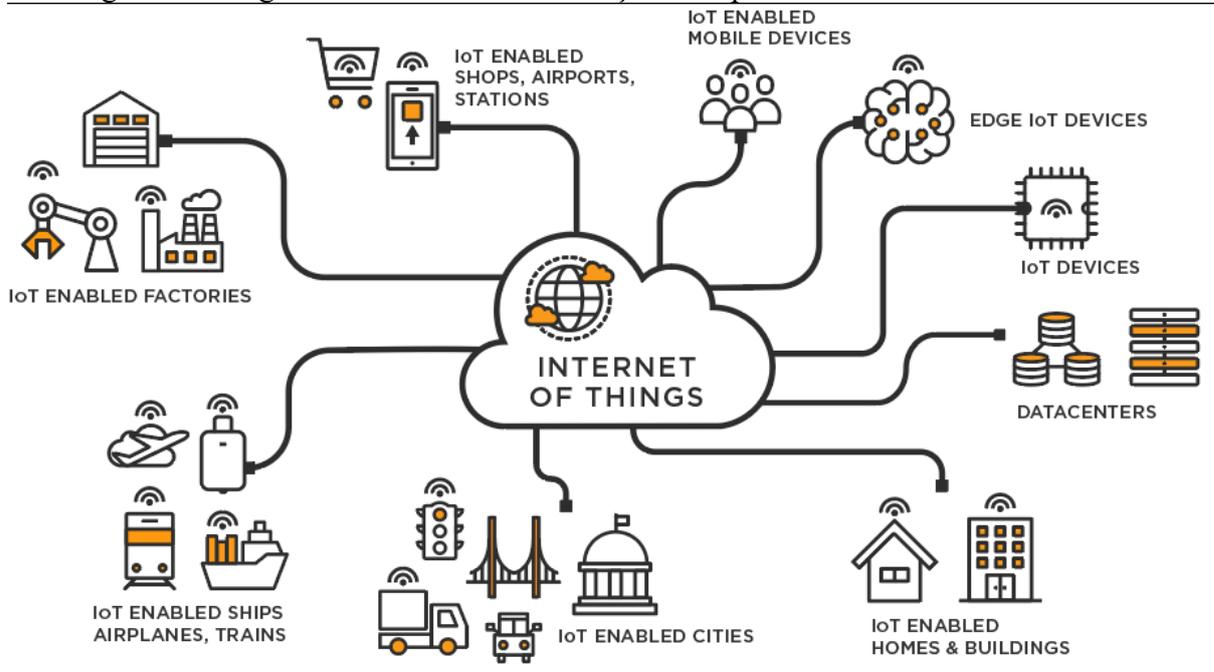
Segundo Barbosa (2019), entre as tecnologias e inovações que a Indústria 4.0 utiliza, destaca-se a *Big Data*, a Inteligência Artificial, a Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*) e Sistemas Ciber Físicos (*Cyber-Physics Systems - CPS*).

Ademais, a conectividade de sistemas e dispositivos é fundamental na Indústria 4.0 (KUSAKCI; CESUR, 2020 apud SCHREIBER; OLIVEIRA, 2023). Redes inteligentes permitem a comunicação rápida e eficiente entre diferentes partes do processo industrial e, portanto, é necessário compreender dois conceitos: o de integração horizontal e o de integração vertical. A integração horizontal refere-se à colaboração entre diferentes partes de uma organização. Já a integração vertical envolve a conexão entre diferentes níveis hierárquicos e sistemas, desde o chão de fábrica até a gestão executiva. Assim, com a interconexão de sistemas, a cibersegurança se torna crucial. Proteger dados, redes e sistemas contra ameaças cibernéticas é essencial para garantir a continuidade das operações.

2.1.1 Internet das Coisas

A Internet das Coisas, ou *Internet of Things*, refere-se à conexão de objetos físicos à internet, permitindo que eles coletem e troquem dados. Na Indústria 4.0, a *IoT* é usada para conectar máquinas, sensores e dispositivos industriais para monitoramento e controle remoto. Segundo a Conferência Nacional de Indústria, o uso da internet como plataforma de intercâmbio de informações permite a comunicação de uma infinidade de dispositivos, integrando os mundos da produção e da conectividade, o que deu origem ao que se convencionou chamar “Internet das Coisas” (CNI, 2016; BARBOSA, 2019). A Figura 1 exemplifica a diversidade de dispositivos que se comunicam no cenário de indústria 4.0.

Figura 1 - Imagem ilustrativa sobre as funções e capacidades da Internet das Coisas.



Fonte: Tech 101 (2023).

2.1.2 Big Data e análise avançada

A Indústria 4.0 gera grandes volumes de dados em decorrência da quantidade de dispositivos conectados (RICARDO, 2022). A análise avançada desses dados permite a identificação de padrões, *insights* e tendências valiosas para melhorar processos e tomada de decisões. A abundância de dados gerados pela Indústria 4.0 exige ferramentas poderosas de análise para extrair informações relevantes.

Assim, a *Big Data* se caracteriza como uma área de conhecimento, que propõe um grupo de ferramentas capazes de interpretar um “grande volume de dados de grande variedade” (MARTINS, 2015), não necessariamente pertencendo à mesma fonte. Logo, como afirma Martins (2015):

As soluções de *Big Data* são feitas para lidar com um grande volume de dados não-estruturados. Isso significa que eles não têm relação entre si e nem uma estrutura definida. São, por exemplo, posts no *Facebook*, vídeos, fotos, *tweets*, geolocalização, comportamento. Teoricamente, os dados não-estruturados só poderiam ser analisados por humanos. Por outro lado, os dados estruturados podem facilmente ser colocados em uma tabela do Excel, por exemplo. Eles possuem regularidade entre si. Ferramentas "comuns", feitas para analisar dados estruturados, como os preços dos supermercados de uma região, não são capazes de analisar dados não-estruturados. As ferramentas de *Big Data* não devem só dar conta da grande quantidade de dados variáveis, mas devem fazer isso a uma grande velocidade. As ferramentas de armazenamento de *Big Data* também são diferentes das usadas para armazenar dados comuns. Ao contrário dos bancos de dados comuns, os bancos usados no *Big Data* devem ter elasticidade, pois precisam suportar não só grandes volumes, mas grandes volumes que crescem muito em pouco tempo. Eles também precisam ser flexíveis para aceitar vários tipos de mídias.

2.1.3 Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial (IA) utiliza ferramentas de aprendizado de máquina para treinar sistemas para realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. Eles podem ser aplicados na otimização de processos, manutenção preditiva e tomada de decisões mais informadas (MACHADO et al., 2023).

2.1.4 Digital Twin (Gêmeo Digital)

Um gêmeo digital é uma representação virtual de um produto, processo ou sistema físico (CARDOSO; CANTIERI; OLIVEIRA, 2023). Ele permite a simulação e teste de cenários antes de implementá-los no mundo real, economizando tempo e recursos. A Indústria 4.0 introduziu o conceito de *Digital Twin* (Gêmeo Digital), uma réplica virtual precisa de um ativo físico ou processo.

2.2 Sistemas de automação

A automação se caracteriza como um dos pilares da Indústria 4.0. Máquinas, sistemas e processos são automatizados e podem se comunicar entre si, permitindo a produção flexível e eficiente.

No século XX, a automação industrial avançou com o advento do controle numérico, o que permitiu a fabricação precisa de peças complexas. Além disso, sistemas de automação de processos foram introduzidos em indústrias químicas e petroquímicas, desempenhando um papel vital no controle de operações críticas.

Nas décadas de 1960 e 1970, a automação industrial deu um salto com o desenvolvimento dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). Esses dispositivos ofereciam controle flexível e programável, substituindo sistemas baseados em relés e simplificando as operações em fábricas e indústrias (SOUZA; OLIVEIRA, 2003).

A partir dos anos 1980, as redes de comunicação se tornaram um elemento central na automação industrial. Elas possibilitaram a conectividade entre dispositivos, simplificando o monitoramento e o controle centralizado. Assim, protocolos como *Modbus* e *Profibus* se tornaram comuns nessa época.

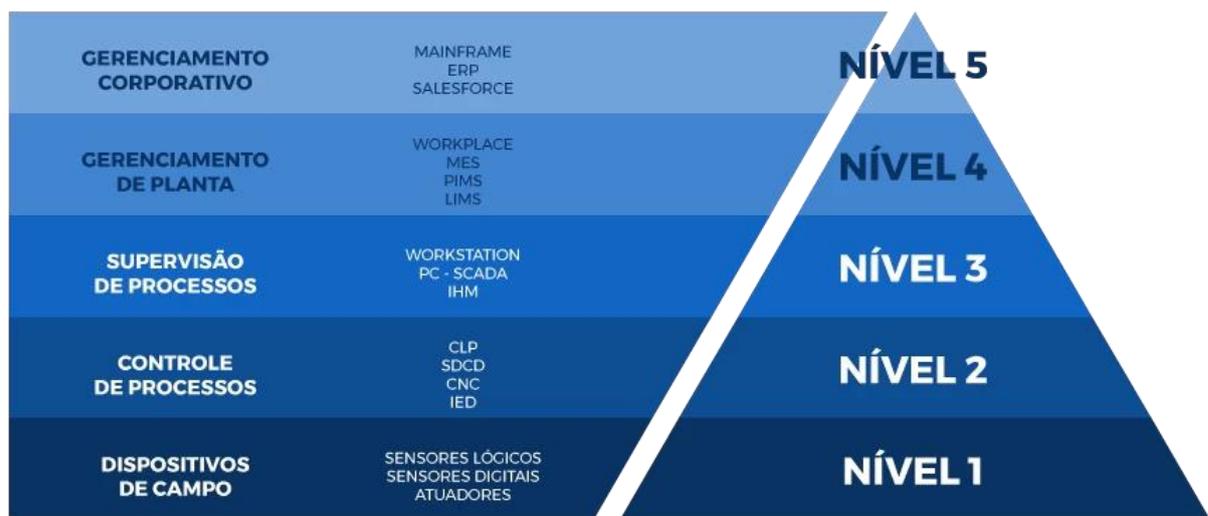
Segundo Araújo e Júnior (2003), o desenvolvimento de equipamentos microeletrônicos impulsionou a automação industrial à medida em que abriu as portas para a chegada dos computadores nesse ambiente. As empresas passaram a incorporar suas operações de produção à sistemas computadorizados, tornando-os responsáveis por grandes saltos evolutivos, desempenhando um papel significativo no aumento da produtividade e qualidade de produção. Ao passo que os sistemas computacionais foram evoluindo e tornando-se cada vez mais sofisticados, a ideia de sistemas capazes de lidar com recursos, planejamento, produtos e processos, simultaneamente, se consolidou.

Para Filho (2000), o aparecimento simples e despretensioso do computador convencional desencadeou uma ruptura dos painéis sinóticos. Por conseguinte, sumiram as mesas de controle e o PC (*Particular Computer*) passou a reinar como a plataforma preferida de supervisão e operação de processos. Os *softwares* SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) apareceram em diversos tamanhos, em diversos sistemas operacionais e com diversos repertórios de funcionalidade. A partir de então, os computadores começaram a compor o conjunto de ferramentas básicos do ambiente de controle e supervisão de plantas industriais, visto que eram capazes de realizar todas as operações de produção e integração,

alcançando todas as atividades adjacentes aos processos, evidenciando uma mudança quase irreversível.

Como afirmam Brant et al. (2006), a constante integração de sistemas de chão de fábrica com sistemas de gestão faz com que a quantidade de sistemas de automação só aumente. Portanto, a pirâmide da automação (Figura 2) é uma forma de se visualizar hierarquicamente a funcionalidade e o papel desempenhado pelos sistemas de automação, como etapas de controle sistemático e automatizado dos processos industriais.

Figura 2 - Pirâmide da Automação.



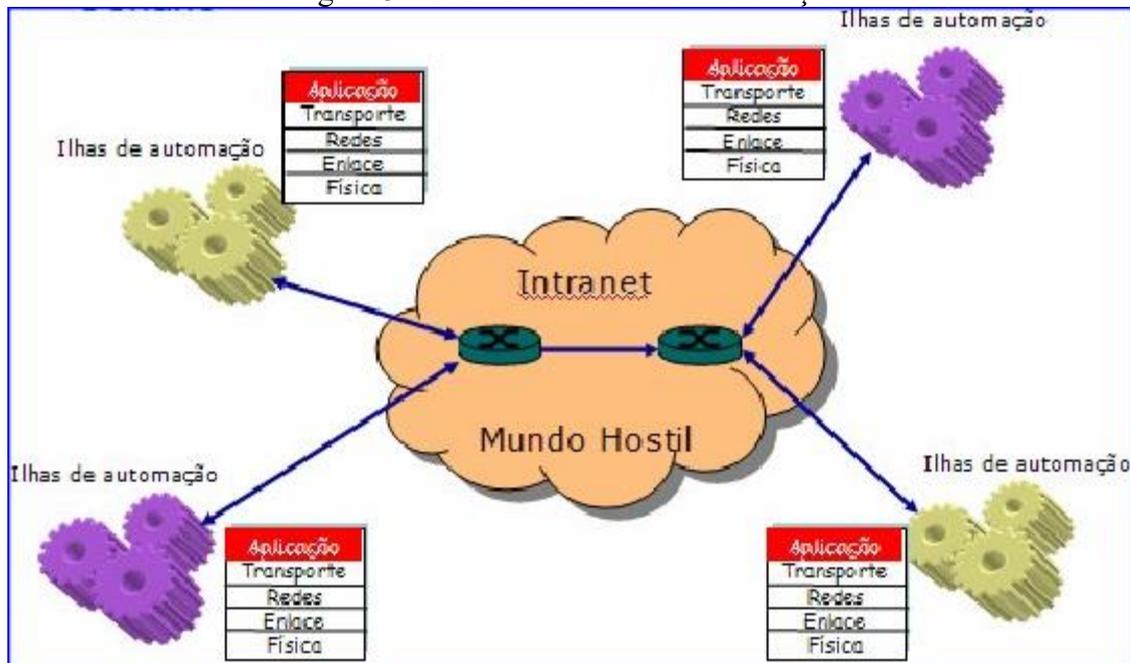
Fonte: Brant et al. (2006).

Com o passar do tempo, surgiu um cenário até então desconhecido. Os equipamentos automatizados em conjunto com sistemas computacionais, começaram a registrar uma quantidade de dados que exigia, conseqüentemente, uma forma de armazenar e gerir esses dados. Segundo com Souza, Santos e Oliveira (2019), quanto mais próximo do topo da pirâmide, mais filtrados e informativos ficam os dados, reduzindo, dessa forma, o volume de dados brutos, uma vez que são transformados em informação e essa, por sua vez, em conhecimento.

O trabalho estudado por Lima (2019) define o que são as “ilhas de automação”, como sendo sistemas isolados que fazem parte das atividades de uma indústria, como pode ser visto na Figura 3. Normalmente, cada sistema possui sua própria base de dados, aumentando, assim, a complexidade para a compreensão das informações do processo industrial completo, visto que existe um esforço a ser feito para relacionar os dados. A correta integração dos sistemas industriais pode proporcionar uma visão completa da cadeia produtiva de uma indústria,

permitindo a rastreabilidade de cada produto consumido e gerado na linha de produção, permitindo o relacionamento de todas as pequenas etapas do processo com o produto.

Figura 3 - Cenário das Ilhas de Automação.



Fonte: Feitosa e Carmo (2007).

Assim, O *PIMS* atua como uma interface entre os principais sistemas de automação, como SDCD (Sistema Digital de Controle Distribuído), *SCADA* (*Supervisory Control and Data Acquisition*), o CLP (Computador Lógico Programável) e sistemas de gestão empresarial, como *ERP* (*Enterprise Resource Planning*), *MES* (*Manufacturing Execution System*) e *SCM* (*Supply Chain System*), fornecendo informações relevantes para a gerência da empresa. Desse modo, o *PIMS* se localiza em uma camada intermediária da pirâmide da automação, provendo uma conexão entre os níveis iniciais e o topo da pirâmide.

2.3 Process Information Management System (*PIMS*)

A trajetória de construção do modelo de sistemas do tipo *PIMS* é marcada por avanços tecnológicos e necessidades crescentes na automação industrial. Desde suas origens até os dias atuais, o *PIMS* passou por uma notável evolução, impulsionada pelo progresso tecnológico e pelas demandas do mercado.

Segundo Araújo e Júnior (2003), entre as décadas de 80 e 90, a indústria passou a reconhecer a importância do gerenciamento eficiente de dados de processo. Inicialmente, os

sistemas de automação industrial eram predominantemente focados no controle de processo e não possuíam uma infraestrutura robusta para coleta, armazenamento e análise de dados. Com o avanço das tecnologias da informação, houve uma crescente necessidade de gerenciar grandes volumes de dados provenientes dos sistemas de controle, dispositivos de campo e outros sensores presentes nas plantas industriais. Essa demanda impulsionou o desenvolvimento do modelo *PIMS* como uma solução integrada para o gerenciamento de informações de processo.

Outro fator importante na evolução do *PIMS* foi a integração com outros sistemas de automação industrial. De acordo com Aranha et al. (2015), a interconectividade entre os sistemas de controle de produção, sistemas de gestão de qualidade e sistemas de manutenção se tornou fundamental para obter uma visão holística das operações industriais. O *PIMS* evoluiu para se tornar uma plataforma de integração, permitindo a troca de informações entre os diferentes sistemas e fornecendo uma visão integrada dos processos.

Assim, o *PIMS* é uma ideia de sistema, responsável por gerir, consolidar e integrar tais informações dos diferentes níveis da pirâmide em um sistema unificado, processando os dados que serão entregues ao sistema corporativo. Conforme Costa et al. (2004), os sistemas do tipo *PIMS* realizam a aquisição de dados e os concentram em uma base de dados única, isto é, as informações de todas as áreas de uma planta, eliminando, dessa forma, as ilhas de informação, além de conseguirem manipular dados em tempo real e históricos, possuindo a capacidade particular de compactação de dados e rápida resposta à consulta de dados históricos.

À vista disso, O *PIMS* é, em sua essência, um conceito de sistema capaz de coletar dados heterogêneos de processos industriais de fontes distintas e armazená-los em uma base única por longos períodos (15 anos), que possa ser servida da melhor maneira possível para clientes externos ao próprio sistema (CARVALHO et al., 2005). Em posse dos dados, esses podem ser transformados em informação útil para tomada de decisões estratégicas e táticas, caso sejam processados da forma correta. Uma vez que todos os dados da indústria estão acessíveis à mesma distância, juntamente com a gama de ferramentas computacionais que permitem análises complexas, torna-se possível a criação de relatórios dinâmicos e personalizados, capazes de representar múltiplas áreas simultaneamente, entregando uma visão ampla de diferentes aspectos das plantas industriais com telas sinópticas e gráficos de tendência.

Ele fornece uma plataforma centralizada para o gerenciamento de informações de processo e melhora a eficiência operacional, além de otimizar o desempenho dos processos, facilitar a tomada de decisões embasadas em dados e contribuir para a melhoria contínua dos sistemas industriais (CARVALHO, et al. 2005). Desse modo, as empresas podem monitorar o

desempenho operacional, antecipar falhas em potencial e tomar ações corretivas de forma ágil e eficaz.

Ademais, sua arquitetura é composta por diferentes módulos e subsistemas que trabalham em conjunto para coletar, armazenar, processar, visualizar e analisar as informações de processo, contribuindo para o monitoramento, controle e otimização dos processos industriais. Além disso, ela é flexível e pode ser adaptada às necessidades específicas de cada aplicação. É importante ressaltar que os componentes e a arquitetura do *PIMS* podem variar dependendo do fornecedor ou da solução específica adotada, mas, em geral, os elementos mencionados são comuns nas implementações do *PIMS*.

2.3.1 Coleta de dados

Segundo Souza e Oliveira (2003), um dos principais papéis exercidos pelo *PIMS* é a coleta de dados. Ele é capaz de coletar dados de diferentes fontes em tempo real, incluindo leituras de sensores, dados de instrumentação, histórico de variáveis de processo, eventos de alarme, informações de sistemas e outros dispositivos conectados à planta industrial, entre outros.

Contudo, a heterogeneidade dos dados e dos sistemas torna difícil a padronização da coleta através de uma ferramenta única. Portanto, o *PIMS* possui uma diversidade de *drivers* de comunicação, o que permite a ele ser integrado a outros sistemas de automação industrial, como sistemas de controle de produção, sistemas de gestão de qualidade e sistemas de manutenção. Essa integração permite a troca de informações entre os sistemas, fornecendo uma plataforma abrangente para gerenciar e analisar dados em diferentes áreas funcionais e proporcionando uma visão integrada das operações industriais, possibilitando que o processo de tomada de decisões a respeito do produto seja otimizado. A partir de dados e análises confiáveis, os departamentos de produção têm a capacidade de atuar de maneira correta e eficiente.

Consoante com Araújo e Júnior (2003), é extremamente necessário um tipo de conexão confiável entre as áreas internas industriais e, a partir de então, começaram a ser desenvolvidos protocolos de comunicação de redes industriais, como *TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol)* e *HART (Highway Addressable Remote Transducer)*, utilizando a arquitetura cliente-servidor, onde o cliente é todo e qualquer equipamento responsável por leitura e escrita de dados, ao passo que o servidor é o responsável por servir e permitir tais funcionalidades.

Assim, segundo Sousa, Santos e Oliveira (2019), até os anos 90, os fabricantes de dispositivos possuíam linguagens de comunicação únicas, o que dificultava o uso de equipamentos de diferentes fabricantes com o mesmo propósito. Para resolver tal problema, empresas que compartilhavam o mesmo objetivo se uniram e criaram o protocolo *OPC* (*OLE for Process Control*), que padronizou a comunicação entre dispositivos, ao passo que reduzia custo, tempo e promovia a interoperabilidade. Esse padrão de comunicação é utilizado por mais de 300 fabricantes de equipamentos para automação e sistemas de controle.

2.3.2 Armazenamento de dados

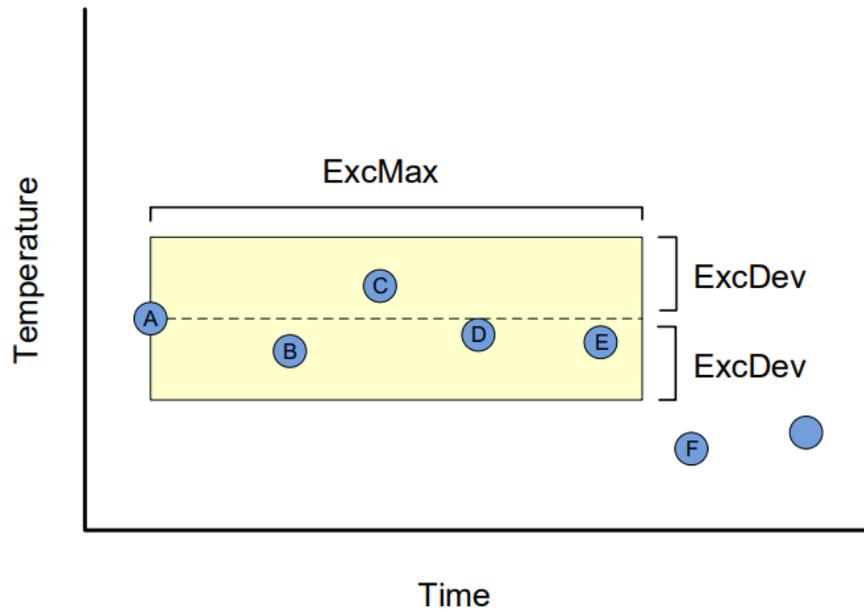
O *PIMS* possui um banco de dados centralizado, onde todas as informações coletadas são armazenadas. Isso permite que os dados sejam facilmente acessados e recuperados quando necessário. Apesar de gerenciar uma grande massa de dados, o *PIMS* é capaz de entregar com a mesma eficiência, tanto dados em tempo real quanto históricos, ou até mesmo ambos, permitindo uma visão comparativa entre o presente e o passado.

Isso é possível devido ao fato de que o sistema possui uma alta capacidade de compressão de dados, com algoritmos de identificação e exclusão de dados redundantes, preservando a integridade das informações entregues pelos dados. De acordo com Seixas (2005), tais algoritmos devem ser capazes de comprimir e descomprimir em alta velocidade para que sua atividade não comprometa a performance do *PIMS*, além de outros fatores, como ter uma alta taxa de compressão, geralmente em ordem entre 1:10 a 1:20, de modo que a redução de espaço seja significativa, os dados preservados devem conseguir reconstruir a informação apresentada pelos dados originais, e deve haver segurança da garantia dos dados durante o processo de compressão. Conforme Lima (2019), os algoritmos de compressão e exceção conseguem, através de uma margem de erro estipulada, eliminar dados em linha que possam ser considerados irrelevantes para o cálculo de indicadores-chave de desempenho e análises.

Segundo o trabalho realizado por Silveira et al. (2012), os testes de exceção são realizados na interface coletora, como pode ser observado na Figura 4, é levado em consideração um desvio (*ExcDev*) do último valor registrado (A) durante um intervalo de tempo pré-determinado (*ExcMax*). Quando algum dos critérios é violado, o novo valor (F) é enviado ao sistema junto com seu valor anterior (E), e o ciclo se reinicia. Para o teste de compressão ocorre uma análise similar, porém já no servidor de arquivos. Como pode ser observado na Figura 5, é desenhado um paralelogramo partindo do primeiro valor armazenado (A) até o último recebido (E), usando como parâmetros o desvio de compressão superior e inferior

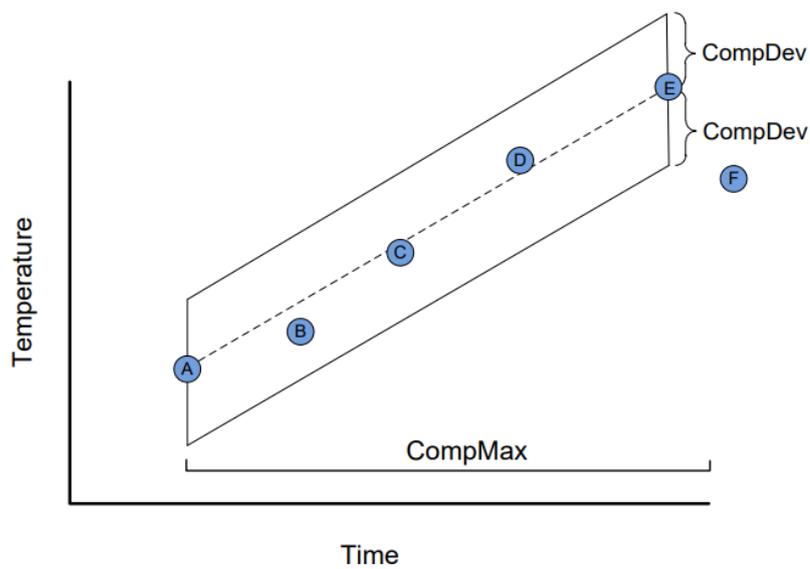
(*CompDev*) além do tempo máximo de compressão (*CompMax*). Caso o novo valor (F) se encontre dentro dos limites traçados ele não é armazenado, e caso se encontre fora dos limites ele é armazenado junto com o último valor dentro dos limites (E), e o processo se reinicia.

Figura 4 - Teste de Exceção.



Fonte: AVEVA (2022).

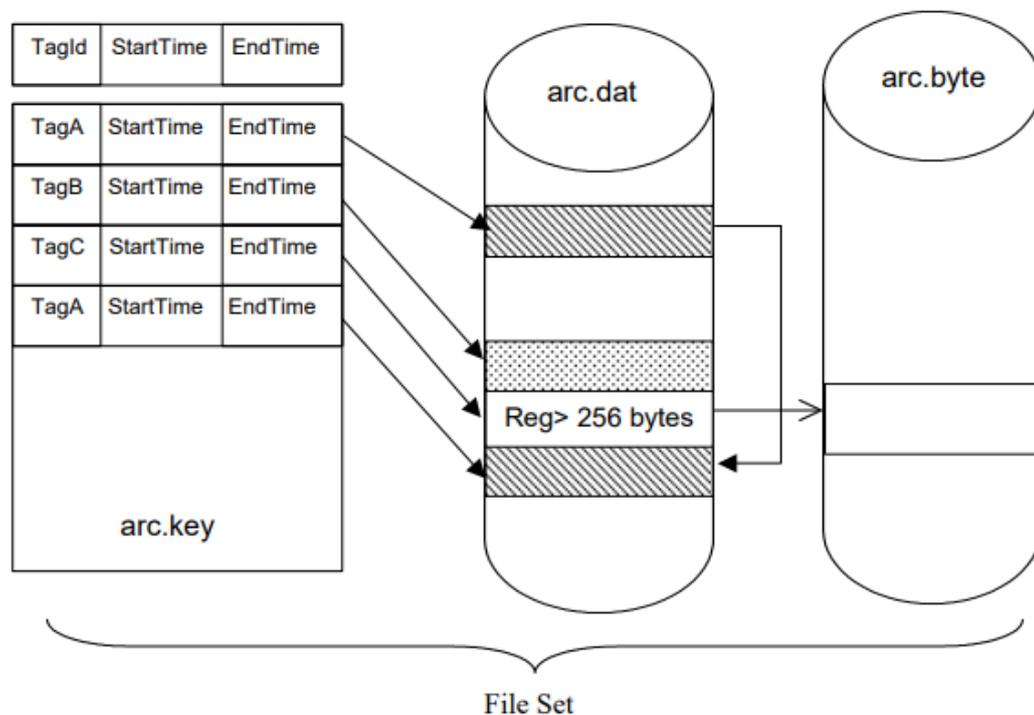
Figura 5 - Teste de Compressão.



Fonte: AVEVA (2022).

De acordo com Lima, Morais e Garcia (2012), um dos pontos que separa o *PIMS* dos sistemas convencionais de bancos de dados relacionais é sua estrutura otimizada para manipulação de dados temporais. A metodologia de tratamento de dados da base unificada do *PIMS*, além de possuir a capacidade de representar diferentes tipos de dados (números, textos, arquivos binários), armazena-os com relação a um instante no tempo (*timestamp*). Tal indicador delimita o momento amostrado, tornando possível a análise, levando em consideração eventos simultâneos. A Figura 6 exemplifica o modelo de estruturação do arquivo de dados.

Figura 6 - Organização do Arquivo de Dados.



Fonte: Seixas (2005).

2.3.3 Disponibilização de dados

A partir do grande volume de dados disponíveis em uma base unificada, projetado com uma estrutura otimizada para informações temporais, são necessárias ferramentas eficientes, capazes de recuperar, processar e disponibilizar os dados em tempo real. Em conformidade com Lima (2019), o *PIMS* possui recursos avançados de processamento e análise de dados, podendo realizar cálculos e comparações, além de gerar relatórios customizados sobre o desempenho dos processos industriais, isso inclui gráficos, tabelas e painéis de controle, permitindo que as empresas extraiam *insights* valiosos dos dados coletados. Isso possibilita aos operadores

monitorar e analisar as informações de processo, o que auxilia na identificação de padrões, problemas, anomalias ou oportunidades de melhoria.

Segundo Carvalho et al. (2005), o *PIMS* exerce um papel importante para a democratização da informação, possibilitando que qualquer usuário tenha acesso aos dados da planta instantaneamente. Além disso, por sua capacidade de se relacionar com outros sistemas, o *PIMS* desempenha um papel de sistema servidor de dados para aplicações externas que o consultem, fazendo uso dos protocolos de transferência seguros e garantindo a confiabilidade e integridade dos dados.

Portanto, o *PIMS* se integra aos sistemas de controle distribuído (*DCS*) e a outros dispositivos e sistemas de automação presentes na planta industrial. Essa interface permite a comunicação bidirecional, possibilitando a coleta de dados em tempo real dos sensores e sistemas de controle, bem como o envio de comandos e ajustes aos dispositivos controlados.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para realizar a revisão bibliográfica sobre o *PIMS*, sendo essa uma abordagem essencial para coletar informações de estudos e pesquisas existentes, fornecendo uma base sólida para a análise e discussão dos conceitos, funcionalidades e aplicações do *PIMS* na gestão de informações de processos industriais.

Os objetivos desta revisão bibliográfica consistem em:

- a) identificar as principais fontes acadêmicas e científicas que abordam o tema do *PIMS*;
- b) compreender a evolução histórica e conceitos fundamentais do *PIMS*;
- c) explorar as funcionalidades e arquitetura do *PIMS*;
- d) avaliar os impactos e benefícios do *PIMS* na gestão de informações de processos;
- e) identificar as limitações e desafios associados à implementação do *PIMS*;

Para realizar a revisão bibliográfica, foram utilizadas diversas fontes, incluindo bases de dados acadêmicos, bibliotecas digitais, artigos científicos, teses, dissertações e livros relacionados ao *PIMS*. A estratégia de busca envolveu a utilização de palavras-chave específicas, como “*Process Information Management System*”, “*PIMS*”, “gestão de informações de processos”, “sistemas de informação industrial” e “Indústria 4.0”.

A seleção das fontes foi realizada por meio da análise de títulos, resumos e palavras-chave, buscando artigos e publicações que estivessem alinhados aos objetivos desta revisão. Foram priorizadas fontes confiáveis, de autores renomados e de instituições acadêmicas reconhecidas na área de automação industrial e sistemas de informação.

Os dados coletados foram organizados em categorias temáticas a fim de facilitar a análise e comparação das informações. As categorias incluíram: evolução histórica do *PIMS*, conceitos fundamentais, funcionalidades e arquitetura, aplicações industriais, impactos e benefícios, além de limitações e desafios.

A análise dos dados consistiu em uma leitura crítica dos artigos e publicações selecionados, buscando identificar pontos comuns, tendências e lacunas na literatura. As informações foram então sintetizadas e interpretadas para fundamentar a discussão sobre o *PIMS* no contexto da gestão de informações de processos.

É importante ressaltar que, apesar dos esforços para obter uma amostra representativa e abrangente da literatura, esta revisão bibliográfica pode apresentar algumas limitações. Por exemplo, os resultados de pesquisa podem ter sido influenciados pelos mecanismos de pesquisa utilizados e a seleção de fontes pode ter sido impactada por restrições de acesso a determinados

bancos de dados ou por limitações de idioma. Além disso, a revisão pode não abarcar pesquisas ou estudos mais recentes publicados após a realização dessa revisão.

A metodologia de revisão bibliográfica adotada neste trabalho proporcionou uma abordagem sistemática e fundamentada para coletar, analisar e interpretar informações sobre o *PIMS*. Ademais, esta permitiu a identificação de estudos relevantes e confiáveis, contribuindo para uma análise abrangente dos conceitos, funcionalidades e aplicações do *PIMS* na gestão de informações de processos industriais.

As informações coletadas nesta revisão servirão como base sólida para análise e discussão dos resultados no próximo capítulo, fornecendo um embasamento teórico consistente para as conclusões finais deste trabalho. Por fim, admite-se que a revisão bibliográfica é uma etapa fundamental para a produção de conhecimento científico e para o avanço do entendimento sobre o *PIMS* como uma ferramenta estratégica para a indústria na era da indústria 4.0.

4 ANÁLISE

Este capítulo consiste em uma análise dos principais estudos e pesquisas acadêmicas sobre o *PIMS*, visando extrair *insights* relevantes para o entendimento do funcionamento e das aplicações práticas dessa tecnologia inovadora, na expectativa de que os resultados possam incentivar novas pesquisas e aprimorar a eficácia e eficiência das operações nas organizações que buscam a excelência por meio da gestão inteligente de informações de processos. Através de uma revisão bibliográfica, busca-se compreender a evolução, os conceitos fundamentais, as funcionalidades, as aplicações e os impactos do *PIMS* na gestão de informações de processos industriais.

Ao longo deste trabalho foram detalhadas as bases teóricas e conceituais que fundamentam o *PIMS*, a partir das quais busca-se compreender como essa plataforma de gestão de informações pode ativamente impactar o desempenho e a eficiência dos processos industriais, além de identificar os principais desafios enfrentados por organizações na sua implementação. Com uma abordagem objetiva e fundamentada, a análise de discussão dos resultados visa contribuir significativamente para o entendimento do *PIMS* e suas aplicações no âmbito industrial.

É importante frisar que, embora o *PIMS* seja uma ferramenta de grande relevância para a modernização e aprimoramento das operações industriais, não se pode ignorar as limitações e possíveis obstáculos que podem surgir ao longo do caminho. A análise crítica desses resultados permitirá a identificação de tendências, lacunas e contribuições do *PIMS* na literatura acadêmica, além de contribuir para uma visão holística sobre o tema e, conseqüentemente, para a construção de conhecimento robusto e embasado.

4.1 Evolução e conceitos fundamentais do *PIMS*

O *PIMS* tem sua origem na década de 90, sendo desenvolvido inicialmente para coletar e armazenar dados de processos industriais em tempo real. Ao longo dos anos, a tecnologia evoluiu e passou a integrar sistemas de controle, sensores, sistemas de informação e análise de dados, tornando-se uma plataforma abrangente para a gestão de informações de processos. Os conceitos fundamentais do *PIMS* envolvem a coleta, armazenamento e disponibilização de dados, análises avançadas, visualização de informações e tomada de decisões embasadas em dados em ambientes industriais. A análise da literatura destaca como o *PIMS* se tornou um

aliado estratégico para aprimorar a eficiência, qualidade e produtividade em diferentes setores industriais.

Devido ao fato de que o *PIMS* se comunica com diferentes níveis hierárquicos dentro de uma estrutura industrial, existem áreas que possuem uma maior facilidade de integração com o sistema, e que conseqüentemente conseguem aproveitar melhor os benefícios provenientes dele, ao passo que outras áreas podem sentir uma maior dificuldade de interação com a plataforma. O uso desse sistema, bem como suas ferramentas de processamento de dados podem potencializar outros sistemas de automação industrial. O *PIMS* é amplamente aplicado em diversos setores industriais, desempenhando um papel fundamental no gerenciamento de informações de processo. Cada setor utiliza o *PIMS* de acordo com suas necessidades específicas, adaptando-o aos seus processos e requisitos regulatórios.

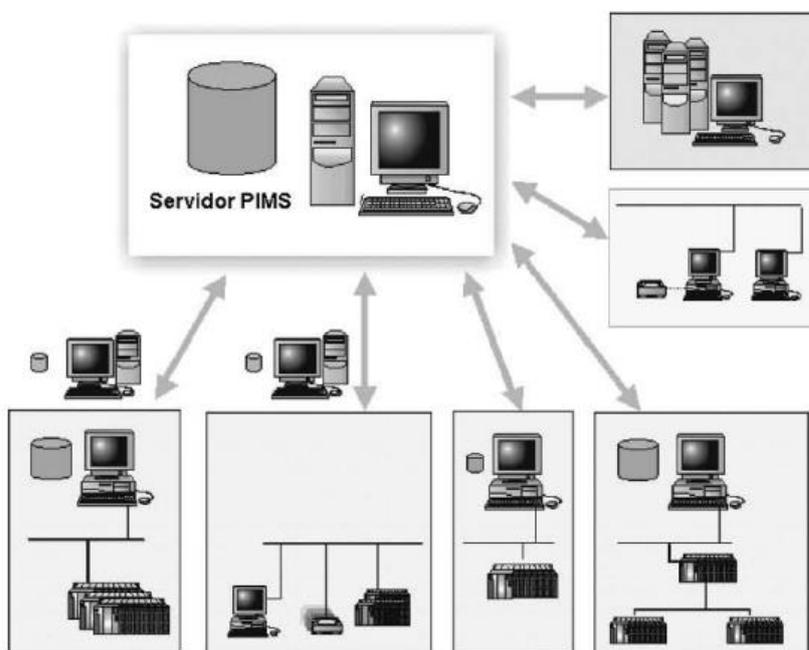
Nesse contexto, o *PIMS* desempenha um papel fundamental, permitindo a integração e a centralização dos dados provenientes de diversas fontes, fornecendo uma visão abrangente dos processos industriais, superando os desafios relacionados à fragmentação dos dados, oferecendo uma solução para coletar, armazenar, analisar e disponibilizar as informações relevantes em tempo real. Com uma visão integrada e em tempo real, as empresas podem tomar decisões mais assertivas, identificar oportunidades de melhoria, otimizar a eficiência operacional e aumentar sua competitividade no mercado atual.

4.1.1 Funcionalidades e arquitetura do *PIMS*

Os estudos analisados apontam as funcionalidades essenciais do *PIMS*, como a coleta de dados em tempo real, armazenamento de informações históricas, integração de fontes de dados, análises estatísticas e modelagem preditiva. Além disso, é evidenciado como o *PIMS* oferece interfaces de usuário intuitivas que permitem a visualização avançada de dados e a geração de relatórios personalizados.

A arquitetura do *PIMS* é discutida de forma aprofundada, destacando a importância da integração com sistemas de automação, bancos de dados, servidores de processamento e dispositivos de visualização. Essa integração garante a disponibilização de informações confiáveis e em tempo hábil para apoiar as decisões operacionais e estratégicas nas indústrias. A Figura 7 exemplifica uma arquitetura típica de sistemas *PIMS*, com um servidor principal que se comunica com outras estações clientes e servidoras.

Figura 7 - Arquitetura do sistema PIMS.



Fonte: Atan Sistemas de Informação (s.d.).

O *PIMS* é capaz de monitorar eventos e condições anormais nos processos industriais e gerar alarmes e notificações em tempo real. Esses alarmes podem ser configurados para alertar os operadores sobre desvios de parâmetros críticos, falhas de equipamentos ou outras situações que requerem atenção imediata. Isso permite uma resposta rápida a eventos anormais e ajuda a evitar possíveis problemas ou acidentes.

4.1.2 Impactos e benefícios do *PIMS*

Os benefícios e impactos positivos do *PIMS* são vastos e fundamentais para o aprimoramento da gestão industrial. Essa ferramenta estratégica oferece uma visão abrangente e em tempo real das operações, permitindo uma compreensão mais profunda das variáveis envolvidas nos processos industriais. Isso resulta na identificação eficaz de gargalos, na otimização dos parâmetros operacionais e na redução de ineficiências, o que culmina em uma produção mais eficiente e na minimização do desperdício de recursos, incluindo energia.

Além disso, o *PIMS* desempenha um papel crucial no controle da qualidade, monitorando constantemente as variáveis de processo e detectando desvios nos padrões de qualidade dos produtos. A capacidade de resposta imediata, fornecendo alertas e notificações, permite correções instantâneas, evitando a produção de produtos fora das especificações e, conseqüentemente, reduzindo o desperdício e mantendo os padrões de qualidade exigidos.

A segurança é outra área onde o *PIMS* se destaca, identificando riscos potenciais em operações industriais e fornecendo alertas sobre condições operacionais perigosas. Esses alertas rápidos permitem uma ação imediata, minimizando o risco de acidentes e garantindo um ambiente de trabalho mais seguro para os funcionários.

A tomada de decisões embasadas em dados é um dos principais benefícios do *PIMS*. Com análises detalhadas e relatórios sobre o desempenho dos processos, os operadores têm acesso a informações cruciais para identificar oportunidades de melhoria, antecipar problemas e implementar estratégias de otimização. Isso impulsiona uma abordagem mais eficiente no gerenciamento dos processos industriais.

Ao integrar dados de diferentes sistemas, o *PIMS* fornece uma visão unificada e abrangente das operações industriais. Isso permite a identificação de interdependências, gargalos e oportunidades de melhoria em toda a cadeia de valor. A integração dos dados do *PIMS* com sistemas de manutenção também possibilita estratégias preditivas, reduzindo custos e maximizando o tempo de operação dos equipamentos.

A conformidade com regulamentações é facilitada pela integração do *PIMS* com sistemas de rastreabilidade, permitindo rastrear a origem dos produtos e identificar rapidamente problemas de qualidade. Isso garante a conformidade com normas e regulamentações aplicáveis, especialmente em indústrias com exigências rigorosas.

Esses impactos destacam a importância do *PIMS* no cenário industrial moderno, não apenas melhorando a eficiência operacional, mas também assegurando a qualidade, a segurança e a conformidade dos processos, além de facilitar a tomada de decisões informadas e estratégicas.

4.1.3 Desafios e empecilhos

Embora o seja uma ferramenta poderosa para gerenciar e otimizar processos industriais, a adoção do sistema pode enfrentar certas dificuldades. Sua implementação inicial pode demandar investimentos significativos, incluindo aquisição de software, hardware, treinamento de pessoal e a integração com sistemas legados. É válido ressaltar que a introdução de novas tecnologias pode encontrar resistência entre os funcionários, uma vez que requer treinamento adequado para assegurar a eficácia da equipe na utilização do sistema.

Além disso, a integração com sistemas já existentes nas fábricas pode ser um desafio, visto que requer tempo e esforço para garantir a compatibilidade e interconexão adequada com diferentes sistemas de automação e controle. O desempenho eficaz do sistema depende da

qualidade e precisão dos dados coletados. Inconsistências, incompletudes ou imprecisões nos dados podem comprometer sua performance.

Personalizar o sistema para atender às necessidades específicas da empresa pode exigir customizações extensas. Garantir sua escalabilidade para acompanhar mudanças e crescimento na empresa é um desafio contínuo, demandando recursos e habilidades especializadas, incluindo atualizações regulares de software, correções de *bugs* e ajustes de configuração serão necessários para garantir o desempenho e a segurança ideais. A gestão e proteção dos dados armazenados no *PIMS* são cruciais, especialmente diante do aumento da conectividade e coleta de dados, elevando os riscos de segurança cibernética e requerendo medidas robustas de proteção.

Ao considerar sua implementação, é crucial avaliar esses desafios e buscar soluções para mitigar seus impactos, garantindo que os benefícios potenciais sejam maximizados e que as desvantagens sejam gerenciáveis.

4.2 O *PIMS* e a Indústria 4.0

A Indústria 4.0 desencadeou uma metamorfose nas operações industriais, redefinindo a forma como empresas produzem, automatizam e utilizam tecnologias avançadas, transformando a paisagem industrial. A partir de então, os *PIMS* emergiram como os pilares cruciais da convergência entre digitalização e produção. Sua capacidade intrínseca de coletar, consolidar e analisar dados processuais em tempo real, com algoritmos de inteligência artificial e aprendizado de máquina integrados, os *PIMS* são capazes de prever falhas, otimizar a produção e melhorar a eficiência operacional, se posicionando como catalisadores da inteligência industrial.

A interseção entre *PIMS* e Indústria 4.0 representa um marco na capacidade das indústrias de prosperar em um ambiente em constante evolução. A força propulsora por trás dessa simbiose reside, principalmente, na integração perfeita dos dados em tempo real. Os *PIMS* servem como nervos centrais de operações, conectando uma miríade de dispositivos e sistemas para proporcionar uma visão holística das operações, o que resulta em decisões orientadas por dados, encurtando os intervalos de resposta e aumentando a eficácia geral.

A parceria entre *PIMS* e o conceito de *Digital Twin* é outra manifestação da simbiose entre *PIMS* e Indústria 4.0. A habilidade dos *PIMS* de criar e manter réplicas digitais precisas dos ativos físicos proporciona um ambiente seguro para a experimentação e a simulação antes da implementação. Esse elemento preventivo não só minimiza riscos, mas também propicia

uma inovação mais ágil e eficiente. Assim, os *PIMS* desempenham um papel vital na criação e manutenção desses gêmeos digitais, permitindo a simulação de cenários e a realização de testes virtuais antes de implementação no mundo real.

Conseqüentemente, o elo indissolúvel entre *PIMS* e a Indústria 4.0 representa mais do que uma colaboração; é um imperativo para uma produção inteligente. Ao amalgamar as capacidades dos *PIMS* com os princípios fundamentais da Indústria 4.0, as empresas estão posicionadas para enfrentar os desafios da era moderna da indústria com confiança. Nessa interseção, os *PIMS* não apenas capturam dados, mas também transformam volumes massivos de dados em *insights* que guiam o processo, definindo uma nova era de eficiência, qualidade e inovação incessante.

4.3 Principais fornecedores de sistemas *PIMS* no mercado

Este tópico se dedica à apresentação de dois dos principais fornecedores de sistemas *PIMS* no mercado industrial atual, trazendo suas soluções, diferenciais e contribuições para a gestão de informações de processos.

4.3.1 AVEVA

A *AVEVA* é uma líder mundial em soluções para gestão de informações industriais, com uma história sólida e presença global. Fundada em 1967, é referência no desenvolvimento do *PI System*, plataforma avançada para dados críticos industriais, atendendo setores como petróleo, gás, manufatura e outros. Além de oferecer software, a *AVEVA* é pioneira na integração eficiente de tecnologia, dados e processos, permitindo uma visão holística das operações industriais. Presente em mais de 40 países, destaca-se pela oferta abrangente, consultoria especializada e soluções personalizadas.

O *PI System*, desenvolvido pela *AVEVA*, é uma plataforma líder em gestão de informações industriais (AVEVA, 2023). Captura, gerencia e analisa dados em tempo real, otimizando operações industriais. Sua integração de dados de diferentes fontes possibilita análises detalhadas e tomadas de decisão embasadas. Com grande capacidade de coletar e armazenar volumes elevados de dados, oferece insights comparativos e identificação de tendências ao longo do tempo. Sua arquitetura flexível e adaptável assegura interoperabilidade com diferentes sistemas e tecnologias.

Os benefícios do *PI System* incluem visão abrangente dos processos, eficiência operacional, tomada de decisões estratégicas, monitoramento contínuo e ações proativas. Os diferenciais competitivos do *PI System* são sua arquitetura flexível, capacidade de integração, análises avançadas em tempo real, suporte profissional, segurança robusta e inovação tecnológica contínua (AVEVA, 2022). Essas características o tornam uma solução confiável e adaptável às necessidades da indústria moderna.

4.3.2 Rockwell Automation

A *Rockwell Automation*, líder em soluções de automação e controle, é reconhecida pelo seu histórico e excelência em tecnologia industrial (ROCKWELL AUTOMATION, 2023). Destacam-se pelo *FactoryTalk Historian*, robusto na captura e análise de dados operacionais, impulsionando a eficiência e oferecendo insights. Sua abordagem visa soluções integradas, com ampla rede de parceiros e foco na adaptabilidade às necessidades industriais.

O *FactoryTalk Historian* oferece arquitetura distribuída, coleta de dados em alta velocidade, armazenamento organizado e análises detalhadas. Sua flexibilidade e integração permitem a interoperabilidade com outros sistemas, garantindo segurança e benefícios para o negócio, como a redução de custos e aumento da produtividade (How..., 2007).

A *Rockwell* se destaca pelo desenvolvimento contínuo de soluções avançadas, foco na integração e interoperabilidade, investimento em segurança e suporte técnico especializado. Além disso, demonstra prontidão na adoção de tecnologias emergentes, como *IoT* e análise de dados avançada, impulsionando o avanço tecnológico na indústria.

4.4 Exemplos de aplicações

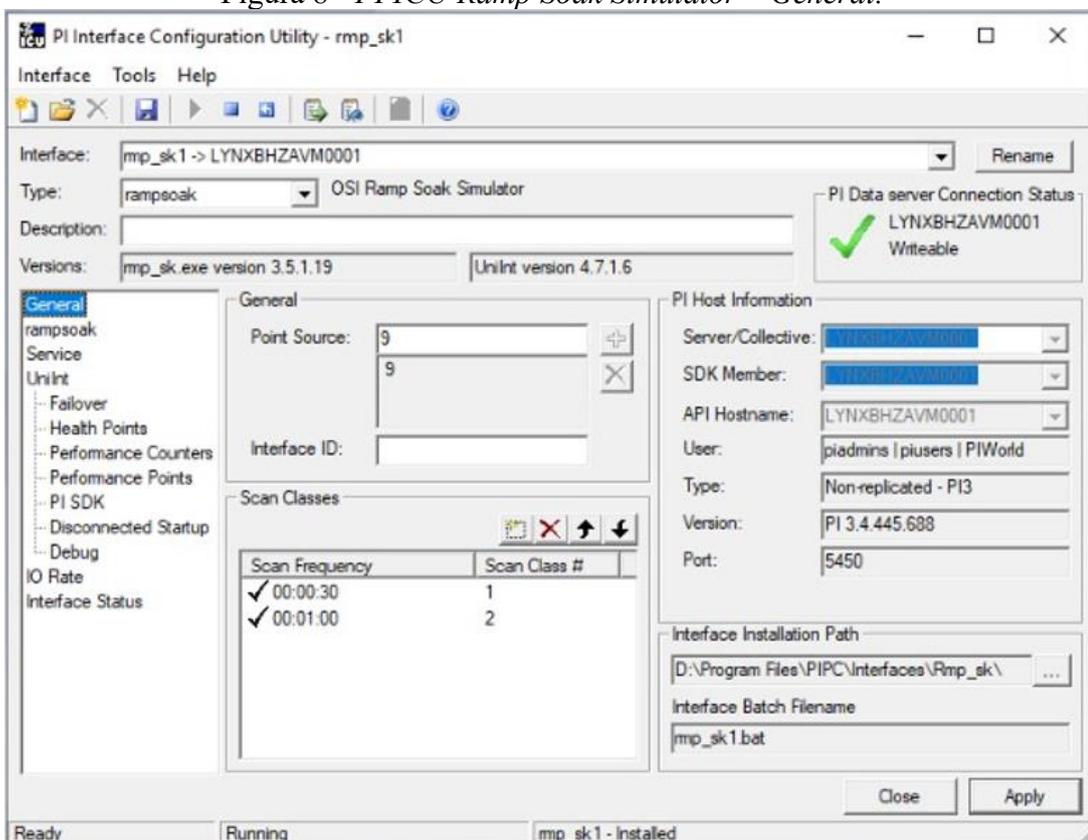
Neste tópico, será dedicada atenção à exploração visual das ferramentas que constituem a base dos sistemas *PIMS*. A partir de exemplos visuais, serão apresentadas as diferentes etapas: desde a coleta de dados até sua análise, contextualização, exibição e disponibilização por meio dessas ferramentas. Será explorado como esses sistemas integram informações complexas, tornando-as acessíveis e úteis para a gestão eficiente dos processos industriais, utilizando como exemplo, ferramentas do ecossistema do *PI System*, desenvolvido pela *AVEVA*.

4.4.1 Interfaces de comunicação

O *PIICU (Interface Configuration Utility)* é uma ferramenta que desempenha um papel fundamental na configuração e gerenciamento das interfaces de dados, permitindo uma conexão mais eficiente entre sistemas e a coleta de informações. Essa solução é projetada para simplificar e otimizar o processo de configuração, permitindo aos usuários uma melhor integração e controle dos dados dentro do ambiente industrial. Dentro dessa mesma plataforma, podem ser configuradas, por exemplo, interfaces do tipo simuladoras para testes, *OPC (OLE for Process Control)* e *RDBMS (Relational Database Moangement System)*.

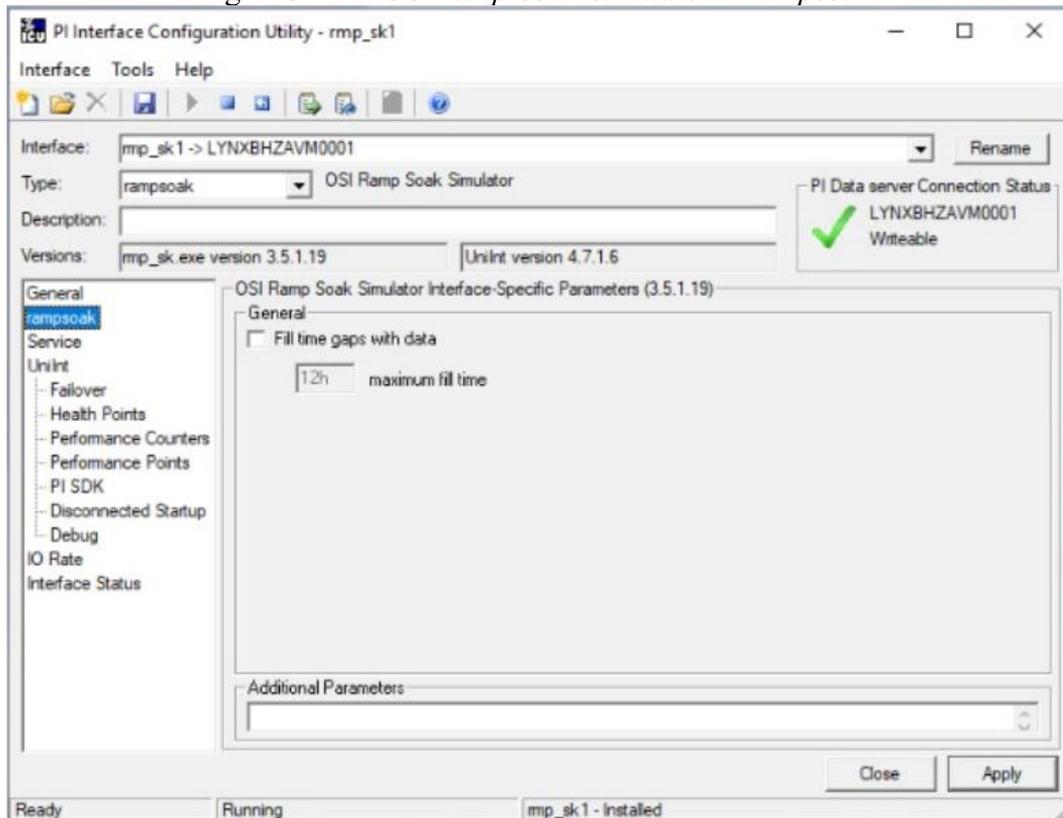
As Figuras 8 e 9 (*Ramp Soak Simulator*) e as Figuras 10 e 11 (*Random Simulator*) exemplificam a configuração de interfaces para dados simulados disponibilizados pela *AVEVA* para a validação de conexão da máquina de interfaces com o *PI Data Archive*. Nas imagens, são apresentados os tipos de interface, o nome da fonte de dados (*Point Source*), a frequência de atualização (*Scan Frequency*) e o nome do servidor (*Server/Collective*).

Figura 8 - *PIICU Ramp Soak Simulator – General*.



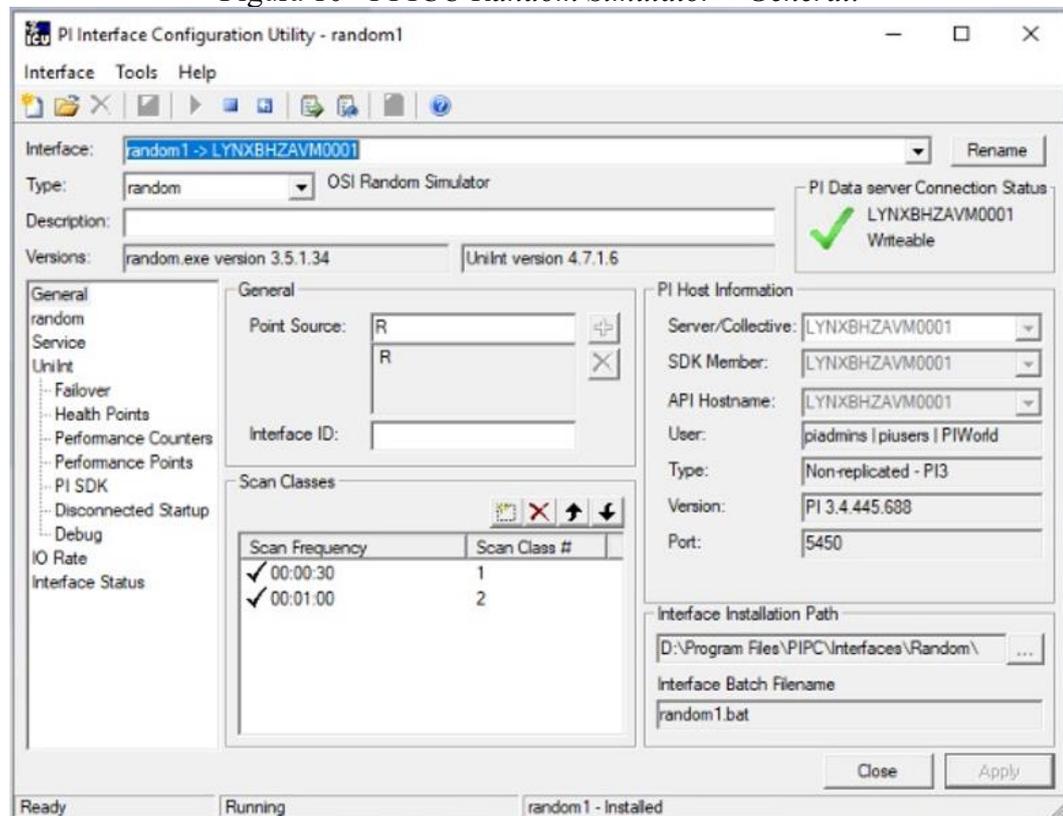
Fonte: Do autor (2023).

Figura 9 - PI ICU Ramp Soak Simulator – rampsoak.

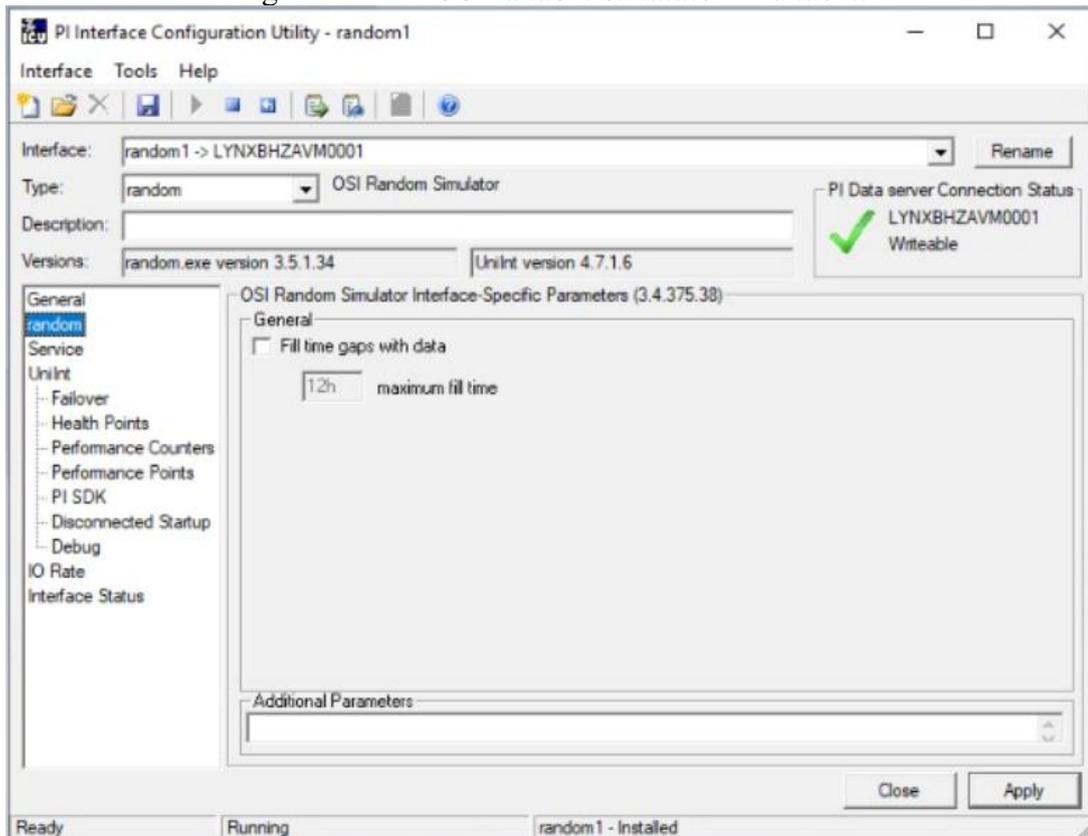


Fonte: Do autor (2023).

Figura 10 - PI ICU Random Simulator – General.

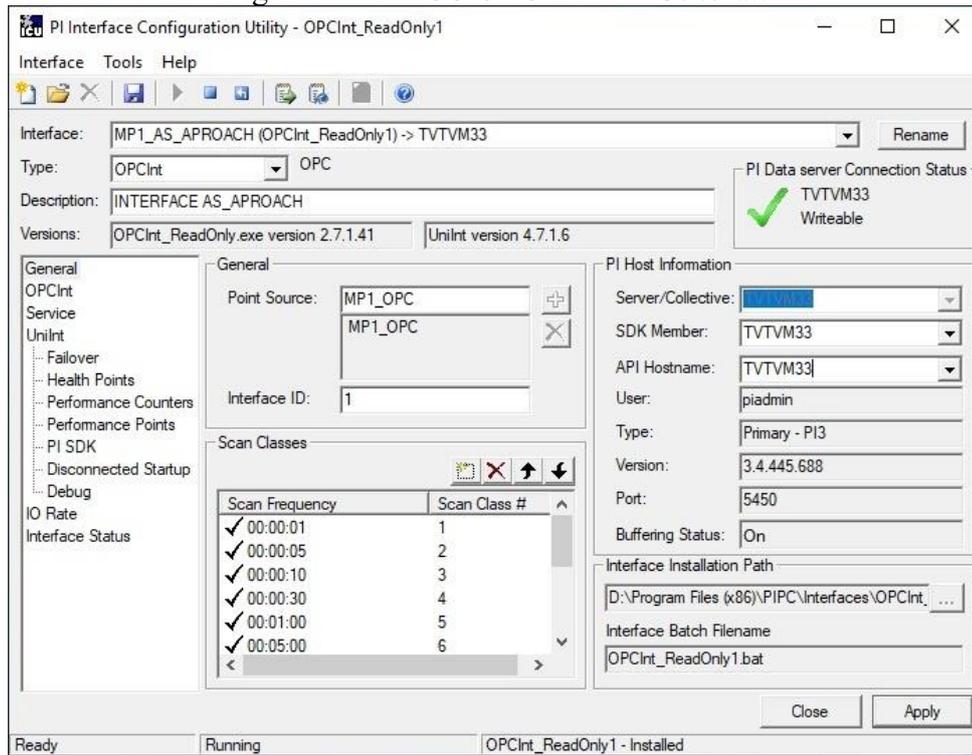


Fonte: Do autor (2023).

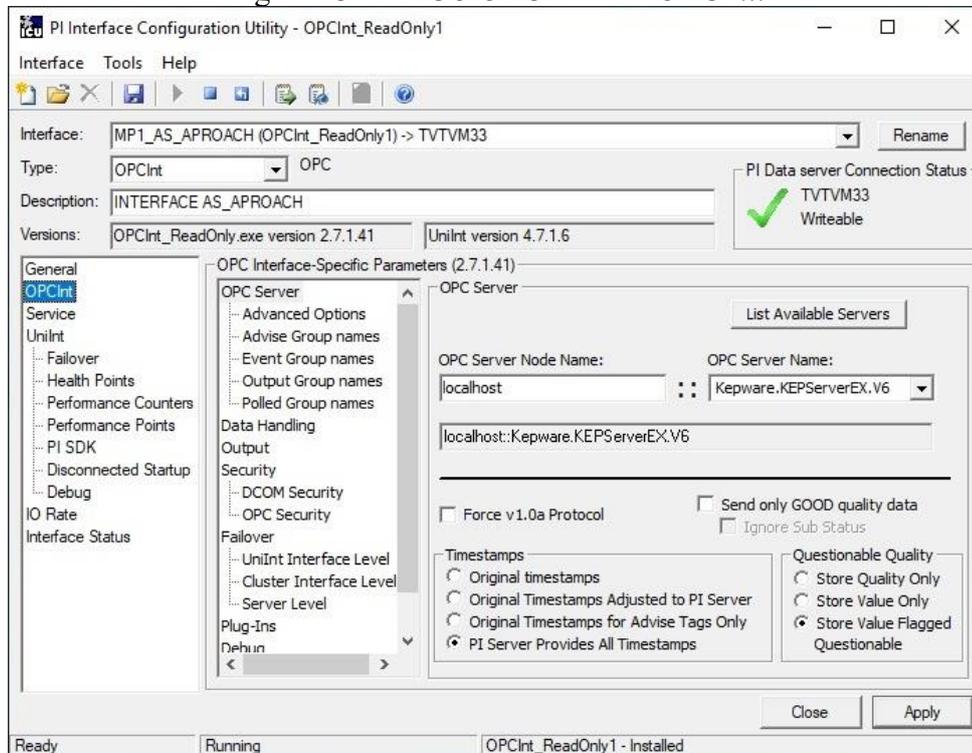
Figura 11 - *PI ICU Random Simulator – random.*

Fonte: Do autor (2023).

As Figuras 12 e 13 (*OPC Local*) e as Figuras 14 e 15 (*OPC Remoto*) exemplificam a configuração de interfaces para dados coletados via *OPC*. São apresentadas aplicações onde a interface se encontra instalada tanto dentro da máquina do *OPC* (Local) quanto em uma máquina separada (Remoto). Nas imagens, são apresentados campos para identificação do servidor *OPC* bem como o próprio sistema *OPC*.

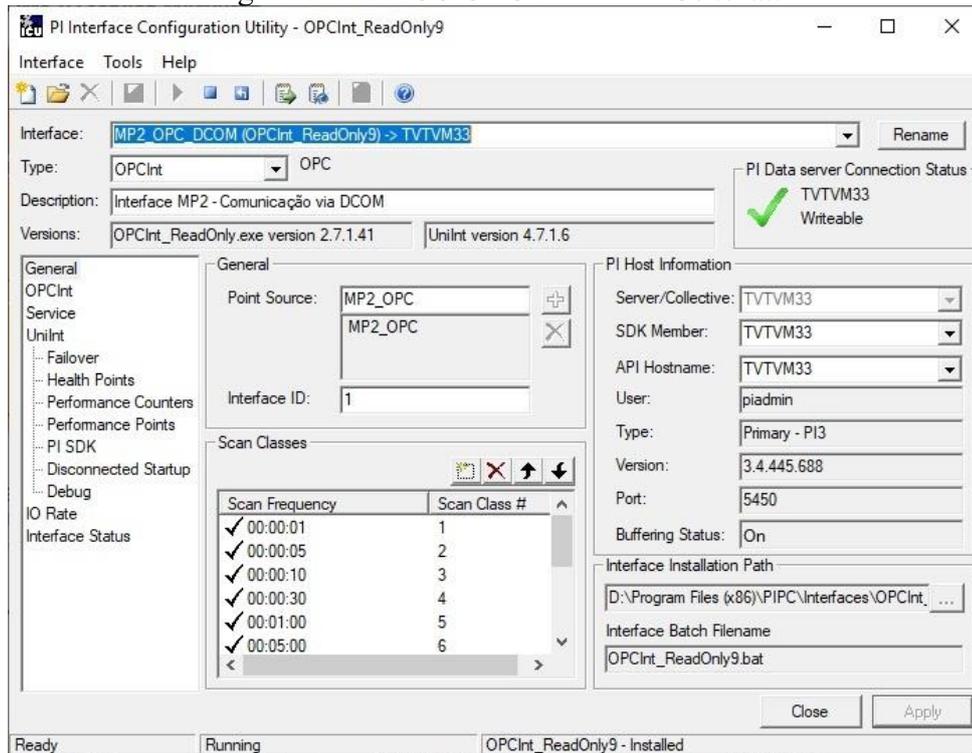
Figura 12 - *PI ICU OPC Local – General.*

Fonte: Do autor (2023).

Figura 13 - *PI ICU OPC Local – OPCInt.*

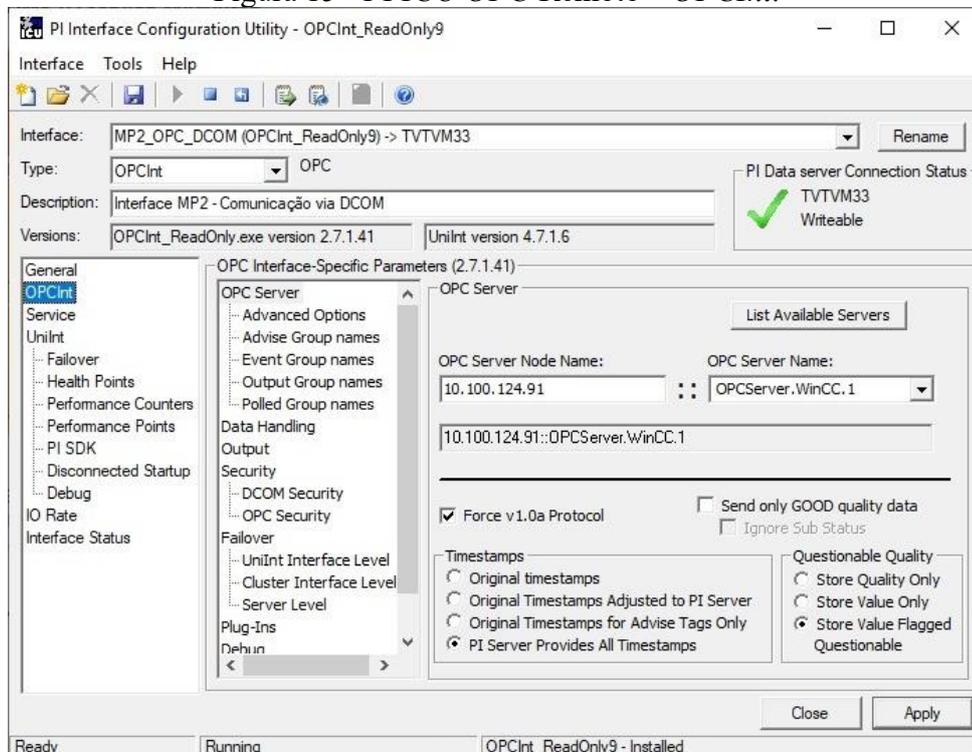
Fonte: Do autor (2023).

Figura 14 - PI ICU OPC Remoto – General.



Fonte: Do autor (2023).

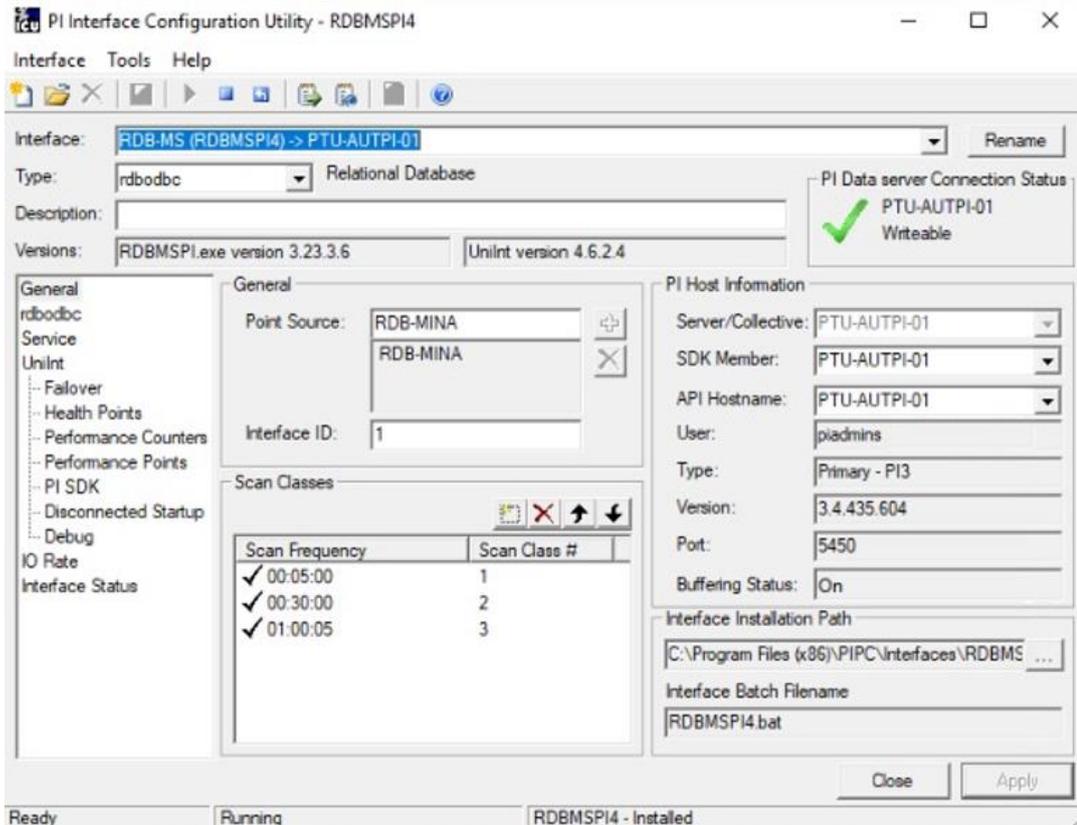
Figura 15 - PI ICU OPC Remoto – OPCInt.



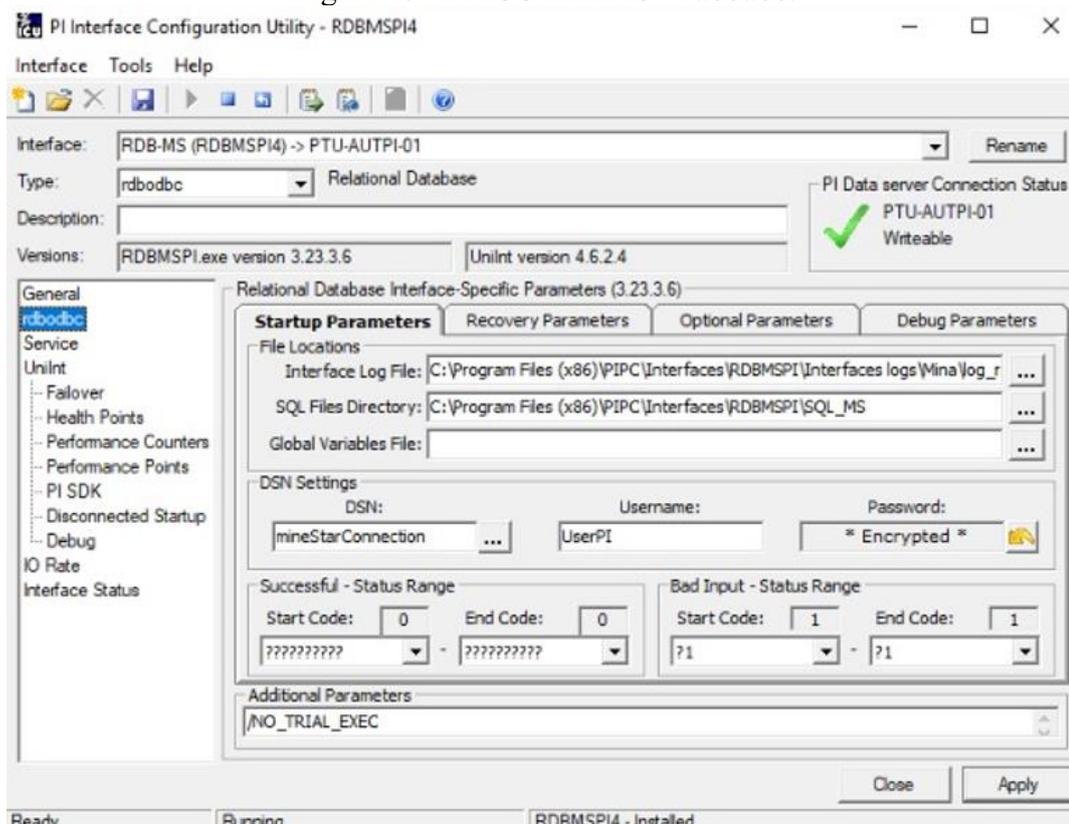
Fonte: Do autor (2023)

As Figuras 16 e 17 (*RDBMS*) exemplificam a configuração de interfaces para dados coletados via banco de dados relacionais. Nas imagens, são apresentados campos para identificação da conexão *ODBC*, bem como o usuário e a senha utilizados para tal conexão.

Figura 16 - *PI ICU RDBMS – General*.



Fonte: Do autor (2023).

Figura 17 - *PI ICU RDBMS – rdbodbc*.

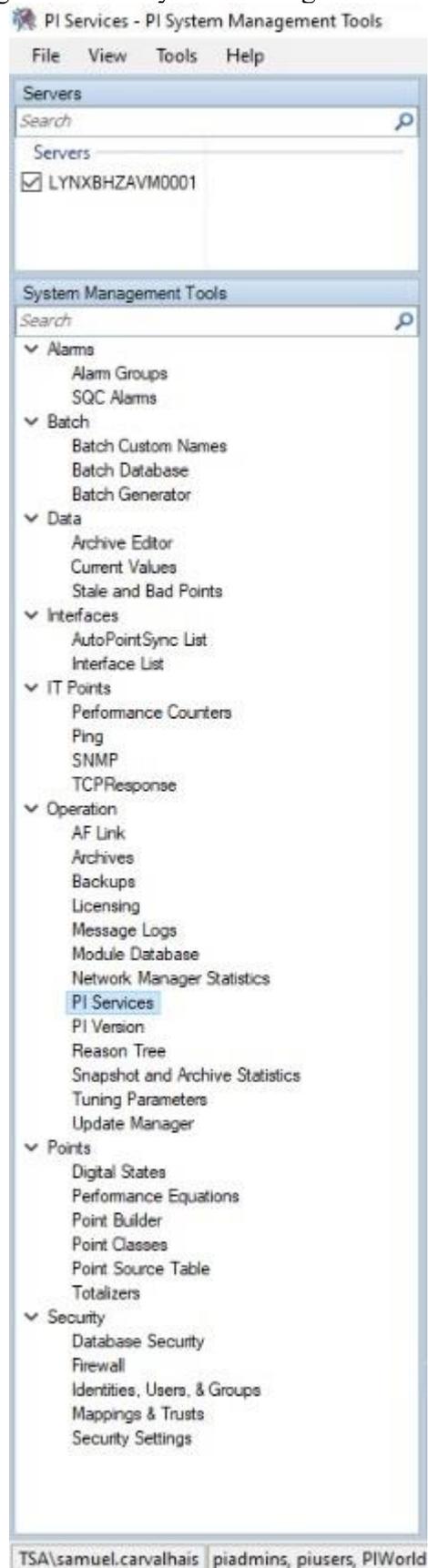
Fonte: Do autor (2023).

4.4.2 Gerenciamento de dados

O *PI SMT (System Management Tools)* é um conjunto de ferramentas que oferece um controle abrangente sobre a administração do *PI Server*, permitindo a configuração, gerenciamento e manutenção de todo o sistema, como por exemplo *tags*, *backups* e interfaces. Com o *PI SMT*, os usuários podem supervisionar e otimizar a infraestrutura, realizar ajustes de desempenho, além de garantir a integridade dos dados.

As Figuras 18 (*PI SMT*) apresenta o conjunto de ferramentas disponibilizados para a configuração e gerência dos servidores utilizados pelo *PIMS* em questão.

Figura 18 - PI System Management Tools.



Fonte: Do autor (2023).

As Figuras 19 a 24 (*PI Builder*) exemplificam a configuração de *tags* nos quais serão armazenados os dados. Nas imagens, são apresentados campos para identificação do tipo de dado (*Point Type*), nome da *tag* (*Name*), fonte de dados (*Point Source*), unidade de engenharia (*Eng. Units*), descrição da *tag* (*Descriptor*), permissões (*Point Security* e *Data Security*) etc.

Figura 19 - *PI Builder* – *CDT158* – *General*.

The screenshot shows the 'General' tab of the PI Builder configuration window for tag 'CDT158'. The interface includes a 'Rename' button and a 'Server' dropdown menu set to 'LYNXBHZAVM0001'. The 'Descriptor' field contains 'Atmospheric Tower OH Vapor'. The 'Stored Values' dropdown is set to 'Real-time data', 'Point Source' is 'R', and 'Point Class' is 'classic'. The 'Point Type' dropdown is set to 'Float32' and 'Digital Set' is empty. The 'Eng Units' field contains 'DEG. C' and 'Display Digits' is '-5'. There are empty fields for 'Exdesc' and 'Source Tag', with a search icon next to the latter.

Fonte: Do autor (2023).

Figura 20 - *PI Builder* - *Sinusoid* – *General*.

The screenshot shows the 'General' tab of the PI Builder configuration window for tag 'SINUSOID'. The interface includes a 'Rename' button and a 'Server' dropdown menu set to 'LYNXBHZAVM0001'. The 'Descriptor' field contains '12 Hour Sine Wave'. The 'Stored Values' dropdown is set to 'Real-time data', 'Point Source' is 'R', and 'Point Class' is 'classic'. The 'Point Type' dropdown is set to 'Float32' and 'Digital Set' is empty. The 'Eng Units' field is empty and 'Display Digits' is '-5'. There are empty fields for 'Exdesc' and 'Source Tag', with a search icon next to the latter.

Fonte: Do autor (2023).

Figura 21 - *PI Builder – Archive.*

General Archive **Classic** Security System

Typical Value: Zero: Span:

Scan: On Off

Archiving: On Off

Step: On Off

Shutdown: On Off

Compressing: On Off

Exception Deviation: Eng. Units

Compression Deviation: Eng. Units

	Day	Hr	Min	Sec
Min. Time:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Max. Time:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0"/>

	Day	Hr	Min	Sec
Min. Time:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Max. Time:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Fonte: Do autor (2023).

Figura 22 - *PI Builder – Classic.*

General Archive **Classic** Security System

Location1: Conversion Factor: UserInt1:

Location2: Filter Code: UserInt2:

Location3: Square Root Code: UserReal1:

Location4: Total Code: UserReal2:

Location5:

Instrument Tag:

Fonte: Do autor (2023).

Figura 23 - *PI Builder – Security.*

General Archive **Classic** **Security** System

Point Security

piadmin PIWorld

piadmins

PIInterfaces

Add... Remove

Permissions for...	Allow
Read	<input type="checkbox"/>
Write	<input type="checkbox"/>

Data Security

piadmin PIWorld

piadmins

PIInterfaces

Add... Remove

Permissions for...	Allow
Read	<input type="checkbox"/>
Write	<input type="checkbox"/>

Fonte: Do autor (2023)

Figura 24 - *PI Builder – System*.

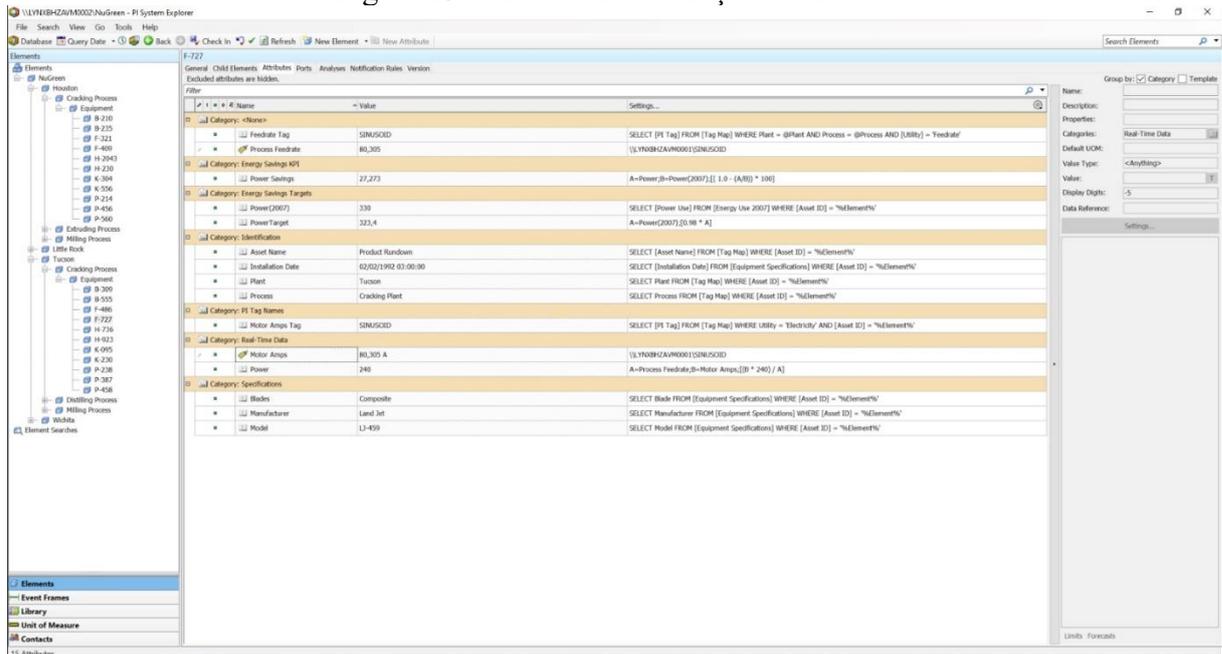
General	Archive	Classic	Security	System	
Creator:	TSA\samuel.carvalhais			Creation Date:	07/07/2023 10:48:35
Changer:	TSA\samuel.carvalhais			Last Change Date:	07/07/2023 12:31:09
PointID:	14				
Record Number:	13				
Source PointID:	0				
Timestamp:				Value:	
Snapshot:	07/12/2023 19:18:07			18,495	

Fonte: Do autor (2023).

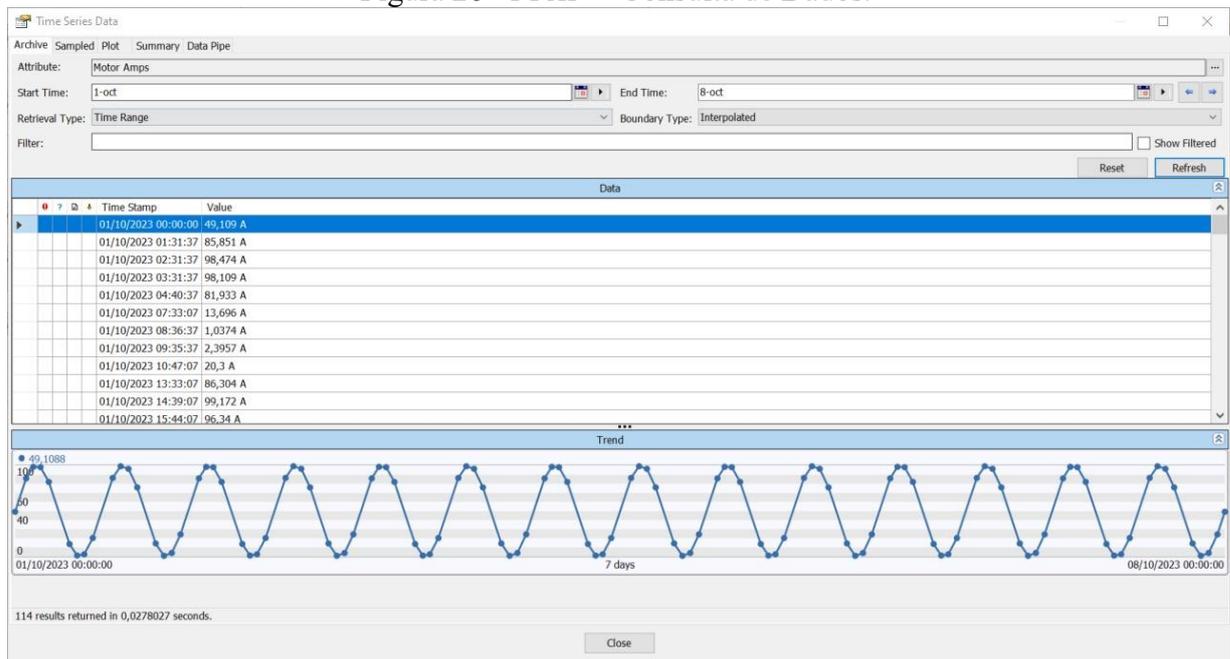
4.4.3 Estruturação e contextualização de ativos

O *PI AF (Asset Framework)* é uma poderosa e essencial plataforma, fundamental para a estruturação e organização de dados, permitindo aos usuários representar e visualizar informações complexas de ativos e processos industriais de maneira hierárquica e intuitiva. O *PI AF* oferece uma base sólida para a integração de dados, facilitando a análise, a geração de relatórios e a tomada de decisões estratégicas.

A Figura 25 exemplifica a estruturação de ativos no sistema, como o processo pode ser representado através de equipamentos e modelos virtuais, ao passo que a Figura 26 exemplifica a recuperação dos dados temporais armazenados em *tags*.

Figura 25 - *PI AF* – Estruturação de Ativos.

Fonte: Do autor (2023).

Figura 26 - *PI AF* – Consulta de Dados.

Fonte: Do autor (2023).

4.4.4 Disponibilização e telas

O *PI Vision* é uma aplicação que oferece uma plataforma visual poderosa para análise de dados e monitoramento de processos industriais em tempo real. Esta ferramenta permite a criação de painéis interativos e intuitivos, oferecendo aos usuários uma visão clara e abrangente

dos dados operacionais. Com recursos de visualização avançados, o *PI Vision* capacita os profissionais a identificar tendências, tomar decisões fundamentadas e otimizar a eficiência dos processos industriais.

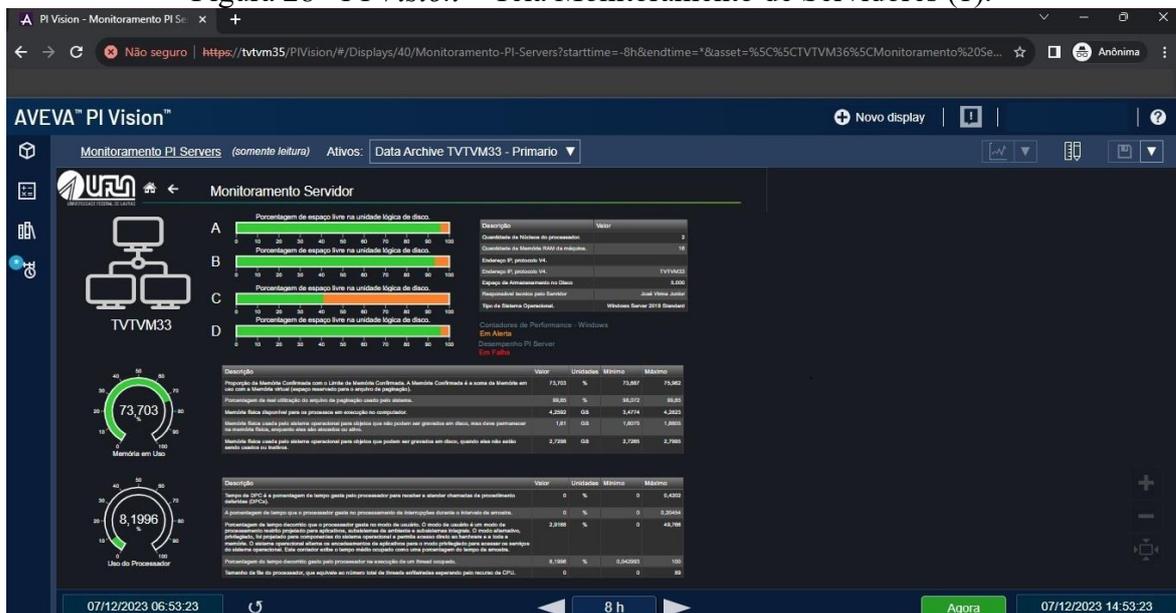
As Figuras 27 a 31 (*PI Vision*) exemplificam telas de monitoramento de dados do *PIMS*. Em específico, as Figuras 28 e 29 evidenciam o benefício de ativos similares estruturados no sistema para a reutilização de telas.

Figura 27 - *PI Vision* – Tela Monitoramento de Barragens.



Fonte: Do autor (2023).

Figura 28 - *PI Vision* – Tela Monitoramento de Servidores (1).



Fonte: Do autor (2023).

Figura 31 - *PI Vision* – Tela Monitoramento de Ativos.



Fonte: Do autor (2023).

5 CONCLUSÃO

A análise bibliográfica do *PIMS* revela sua relevância como uma ferramenta estratégica para a gestão de informações de processos industriais, reforçando sua importância como uma solução valiosa para enfrentar os desafios da gestão de informações de processos na era da Indústria 4.0. Os estudos revisados destacam seu impacto positivo na eficiência, qualidade e produtividade, além de sua capacidade de proporcionar uma tomada de decisões mais fundamentada em dados. Seu potencial transformador pode levar a um futuro mais eficiente, sustentável e competitivo para as organizações que adotam essa tecnologia de forma estratégica e inovadora.

Dentre as principais vantagens, destaca-se a otimização de armazenamento e recuperação de dados temporais, e a redução da fragmentação dos dados. Além disso, ela traz uma facilidade maior para integração com outros sistemas de automação, como ERP, MES, entre outros, além da possibilidade da criação de novas métricas e indicadores de performance a partir de cálculos. Pode-se citar também como benefícios a padronização das informações, melhoria na consistência dos dados e fluxo de informações, democratização da informação, que permite que todo usuário do sistema possa ter acesso a qualquer informação de forma instantânea, centralização das informações, possibilidade de comparação de períodos de operação, múltiplas ferramentas de visualização e redução de retrabalho.

No entanto, é importante ressaltar que a implementação bem-sucedida do *PIMS* requer um planejamento cuidadoso e uma abordagem adaptada às necessidades específicas de cada organização. Dessa forma, as organizações podem aumentar sua produtividade, adaptar-se rapidamente às mudanças do mercado e manter-se à frente da concorrência. Tal ferramenta facilita a identificação de gargalos nos processos, a alocação eficiente de recursos e a detecção de oportunidades de otimização, resultando em vantagem competitiva para as empresas que o adotam. Por conseguinte, a implementação de um sistema *PIMS* agrega recursos de gestão operacional e administrativa, além de reduzir custos associados ao trabalho manual executado pelos operadores. Com os devidos ajustes particulares para melhorias na usabilidade dos usuários, facilita o desenvolvimento das atividades desempenhadas.

Em suma, o *PIMS* é uma ferramenta de gerenciamento de informações de processo que desempenha um papel crucial no contexto industrial. Sua importância reside na capacidade de centralizar, integrar e disponibilizar dados relevantes em tempo real, permitindo uma visão abrangente dos processos industriais.

Logo, ao proporcionar *insights* valiosos e embasar a tomada de decisões estratégicas, o *PIMS* contribui para otimizar a eficiência operacional, reduzir custos e aumentar a competitividade das empresas no mercado atual. Além disso, este também contribui para a segurança dos dados e a conformidade com regulamentações e padrões estabelecidos. A capacidade de proteger, armazenar e acessar informações sensíveis de forma confiável e controlada é uma preocupação essencial para as empresas modernas. Ao explorar o *PIMS*, é possível compreender como essa ferramenta aborda os desafios relacionados à segurança e privacidade dos dados industriais.

No ambiente industrial contemporâneo, em que a automação e a digitalização desempenham um papel central, o *PIMS* se torna ainda mais relevante, desafiando as limitações das antigas abordagens manuais de coleta e análise de dados. Com o *PIMS*, as empresas podem adotar uma abordagem baseada em dados para aprimorar suas operações, garantindo uma vantagem competitiva no mercado global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANHA, E. R. et al. Hierarquia de dados para *PIMS* corporativo. *In: IX INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION*, 9., 10 a 13 de maio de 2015, Žilina, Eslováquia. **Anais...** Eslováquia, 2015. p. 116-120.
- ARAÚJO, E. B. D.; JÚNIOR, F. D. C. D. S. As novas fronteiras da automação. Artigo para a disciplina Redes para Automação Industrial. Natal: UFRN, 2003. Disponível em: https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_12.pdf. Acesso em: 01 nov. 2023.
- ATAN SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO. *PIMS: Plant Information Management System*. [s.d.]. Disponível em: <https://PIMS.com.br/>. Acesso em: 01 nov. 2023.
- AVEVA. 2023. Disponível em: <https://www.aveva.com/pt-br/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- AVEVA. **PI System architecture, planning and implementation course**. AVEVA Group, 2022.
- BARBOSA, M. F. A. **Indústria 4.0 aplicada à linha de montagem automobilística: veículos médios e pesados**. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.
- BRANT, A. C. et al. Sistema *PIMS* na gestão de ativos de TI para automação. *In: X SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS*, 10., 04 a 06 de outubro de 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2006. p. 213-221.
- CARDOSO, F. S.; CANTIERI, A. R.; OLIVEIRA, A. S. de. Controle cinemático de sincronização para as contrapartes do gêmeo digital através do novo método SyncLMKD. **EasyChair**, n. 11080, 2023. Disponível em: https://sbai2023.com.br/submissoes/file/paper_7985.pdf. Acesso em: 20 nov. 2023.
- CARVALHO, F. B. de. et al. Sitemas *PIMS*: conceituação, usos e benefícios. **Tecnologia em Metalurgia e Materiais**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 1-5, abr./jun. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/tmm.00104001>. Acesso em: 01 nov. 2023.
- CNI. Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil. **Portal da Indústria**, 2016. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- COSTA, D. M. et al. Análise de sincronismo, redundância e monitoração aplicados aos sistema de informação *PIMS*, com estudo de caso. *In: VIII SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS*, 8., 06 a 08 de outubro de 2004, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2004. p. 130-141.
- FEITOSA, E. L.; CARMO, U. A. Segurança da informação de redes de controle e automação. *In: SIMPÓSIO DE AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS ELÉTRICOS*, agosto de 2007, Salvador. **Anais...** Salvador: SIMPASE, 2007.

FILHO, C. S. A automação nos anos 2000 uma análise das novas fronteiras da automação. *In: IX CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL DE AUTOMAÇÃO*, 9., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Conai, 2000.

How can we help?. **Rockwell Automation**, 2007. Disponível em: <https://rockwellautomation.custhelp.com/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

KUSAKCI, A. O.; CESUR, E. K. Retailer layout design: a novel hybrid approach with association rules mining and MCRAFT. **International Journal of Industrial and Systems Engineering**, v. 35, n. 4, p. 389–409, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJISE.2020.108545>. Acesso em: 15 nov. 2023.

LEÃO, T. Oportunidades da Indústria 4.0: uma visão sobre a transformação digital na produção industrial. **A Voz da Indústria**, jul. 2023. Disponível em: <https://avozdaindustria.com.br/colunistas/oportunidades-da-industria-40-uma-visao-sobre-transformacao-digital-na-producao>. Acesso em: 31 out. 2023.

LIMA, A. D. O.; MORAIS, R. D. C. S.; GARCIA, W. J. G. *PIMS - Plant Information Management System*. *In: XVI SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO E TI INDUSTRIAL*, 16., 18 a 21 de setembro de 2012, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2012. p. 275-283.

LIMA, F. S. de. A automação e a sua evolução. **Redes para Automação Industrial**, 2003. Disponível em: https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_16.pdf. Acesso em: 20 nov. 2023.

LIMA, H. R. C. **Análise conceitual dos sistemas de gerenciamento das informações industriais**. Monografia (Graduado em Engenharia de Controle e Automação) - Departamento de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

MACHADO, C. O. et al. Manutenção prescritiva: a evolução da manutenção na indústria 4.0. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação – REASE**, v. 9, n. 9, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/11476/5183>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MARTINS, A. O que é Big Data?. **Canaltech**, abr. 2015. Disponível em: <https://canaltech.com.br/big-data/o-que-e-big-data/>. Acesso em: 31 out. 2023.

RICARDO, A. D. F. **Internet das Coisas: conceitos, aplicações e os planos para o Brasil**. Monografia (Graduação em Sistemas de Computação) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2022.

Rockwell Automation. 2023. Disponível em: <https://www.rockwellautomation.com/pt-br.html>. Acesso em: 18 nov. 2023.

SEIXAS, L. **PIMS – Process Information Management System: uma introdução**. UFMG, 2005.

SILVA, D. N. Revolução Industrial: o que foi, resumo, fases. **Brasil Escola**, [s.d.]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/revolucao-industrial.htm>. Acesso em: 31 out. 2023.

SILVEIRA, R. P. et al. Systematic approaches for PI System™ Data Compression Tuning. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 45, n. 12, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3182/20120710-4-SG-2026.00137>. Acesso em: 2023.

SOUSA, S. M.; SANTOS, M. M.; OLIVEIRA, I. R. H. Desenvolvimento de um software *PIMS* com comunicação OPC e acesso por navegador Web. *In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO INTELIGENTE*, 14., 27 a 30 de outubro de 2019, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2019.

SOUZA, A. J. de; OLIVEIRA, L. C. de. **Gerência dos processos de automação**. Natal: UFRN, 2003.

Tech 101: internet of things. **Business Tech**, 2023. Disponível em: <https://businesstech.bus.umich.edu/uncategorized/tech-101-internet-of-things/>. Acesso em: 20 nov. 2023.