

16º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2025

METROL: SISTEMA DE INFORMAÇÃO WEB PARA GESTÃO DE METROLOGIA INDUSTRIAL

FABIO CORSI FAVARETO¹, LUCAS ANDRÉ BENITI BERNARDO², PEDRO HENRIQUE DE OLIVEIRA DALALIO³, ROGÉRIO COLPANI⁴

¹ Graduando em Engenharia de Software, UNIFAE, São João da Boa Vista - SP, fabio.favareto@sou.fae.br.

² Graduando em Engenharia de Software, UNIFAE, São João da Boa Vista - SP, lucas.bernardo@sou.fae.br.

³ Graduando em Engenharia de Software, UNIFAE, São João da Boa Vista - SP, pedro.dalalio@sou.fae.br.

⁴ Professor do Curso de Engenharia de Software, UNIFAE, São João da Boa Vista - SP, rogerio.colpani@prof.fae.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

RESUMO: Metrologia é definida como a ciência da medição. Nesse contexto, uma empresa que atua na produção de peças para o setor automotivo, localizada no interior de São Paulo, utiliza essa ciência para tomar decisões estratégicas. Devido à importância da medição, a empresa adotou um fluxo complexo para o setor, garantindo confiabilidade nos resultados, porém de maneira manual e lenta, suscetível a erros. Para sanar os problemas identificados, foi desenvolvido o “Metrol”, um sistema de informação web para a gestão do setor de metrologia. Para isso, foi adotado o desenvolvimento incremental. Na etapa de análise de requisitos, foram realizadas entrevistas com o administrador do setor para compreensão dos requisitos, gerando a modelagem orientada a objetos. Na fase de projeto, foi escolhida a arquitetura cliente-servidor e as tecnologias utilizadas. No *backend*, utilizou-se PHP com o *framework* Laravel e banco de dados MySQL. No *frontend*, a biblioteca React, TailwindCSS, shaden/ui e Typescript. Estima-se que o Metrol seja eficaz e atenda aos requisitos, promovendo mais agilidade e confiabilidade nos processos.

PALAVRAS-CHAVE: *lean manufacturing*; metrologia; sistema de informação web.

METROL: WEB INFORMATION SYSTEM FOR INDUSTRIAL METROLOGY MANAGEMENT

ABSTRACT: Metrology is defined as the science of measurement. In this context, a company that produces parts for the automotive industry, located in the interior of São Paulo, uses this science to make strategic decisions. Due to the importance of measurement, the company adopted a complex workflow for the sector, ensuring reliable results, but in a manual, slow, and error-prone manner. To address the identified problems, "Metrol" was developed, a web-based information system for managing the metrology sector. To achieve this, incremental development was adopted. In the requirements analysis stage, interviews were conducted with the sector administrator to understand the requirements, generating object-oriented modeling. In the design phase, the client-server architecture and technologies were selected. The backend used PHP with the Laravel framework and a MySQL database. The frontend used the React library, TailwindCSS, shaden/ui, and Typescript. Metrol is expected to be effective and meet the requirements, promoting greater agility and reliability in processes.

KEYWORDS: *lean manufacturing*; metrology; web information system.

INTRODUÇÃO

A metrologia, entendida como a ciência da medição, é fundamental para garantir a confiabilidade dos resultados e apoiar decisões estratégicas nas organizações. Segundo Serafim et al. (2021), a gestão eficiente das informações é fator chave para o desempenho e a competitividade, tornando-se essencial quando aplicada ao controle de qualidade.

No setor automotivo, o gerenciamento das medições assegura rastreabilidade, previne falhas e cumpre normas de qualidade. Em uma indústria automotiva no interior de São Paulo, o setor de metrologia opera com processos manuais, o que causa lentidão, falhas de comunicação e maior risco de erros, contrariando os princípios do Lean Manufacturing.

Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de uma gestão eficiente de informações. Para sanar os problemas identificados, foi desenvolvido o sistema de informação web “Metrol”, criado com o modelo incremental (Morais; Zanin, 2020), com o propósito de integrar e otimizar processos, reduzir falhas humanas e apoiar a tomada de decisão. Seus objetivos incluem: automatizar a abertura e priorização de chamados; registrar medições de produção, ajuste e setup; disponibilizar dashboards e relatórios; reduzir tempo de resposta e movimentação de colaboradores; e unificar os diferentes perfis de usuários em um único ambiente, com foco na organização e eficiência das atividades do setor de metrologia da empresa.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho, foi utilizado o modelo incremental como metodologia de desenvolvimento. De acordo com Moraes e Zanin (2020), esse modelo divide o sistema em partes que serão desenvolvidas de formas independentes, sendo posteriormente integradas para a formação do sistema completo, permitindo o desenvolvimento sucessivo, por meio de diversas entregas, em que cada versão incrementa recursos à anterior. Essa característica incremental favorece um maior alinhamento entre o cliente final e a equipe de desenvolvimento, proporcionando uma melhor compreensão e validação contínua do *software* em construção.

Ainda segundo Moraes e Zanin (2020), a análise de requisitos é um conceito fundamental no processo de construção de um *software*. Ela consiste em uma declaração sobre as funcionalidades a serem implementadas pelos desenvolvedores. Essa análise precisa considerar as particularidades do *software*, levando em consideração as metodologias que serão adotadas, as ferramentas a serem utilizadas e os problemas específicos que a aplicação pretende resolver. Devido a complexidade e a importância deste conceito, algumas técnicas foram desenvolvidas para auxiliar a comunicação entre o cliente e o time de desenvolvimento.

Segundo Pressman e Maxim (2021), as reuniões, sejam elas reais ou virtuais, são uma das técnicas utilizadas para a comunicação dos *stakeholders* (interessados e envolvidos no projeto) e do time de desenvolvimento. Por meio dessas reuniões, ocorre o agrupamento de informações, onde são identificados os requisitos funcionais e não funcionais do sistema.

Após a definição dos requisitos, ocorre a etapa da modelagem de *software*, sendo essencial para visualizar as funcionalidades que serão promovidas pelo sistema. Sendo assim, foi elaborado o diagrama de caso de uso, a partir da linguagem UML (*Unified Modeling Language*). De acordo com Moraes e Zanin (2020), a UML traz a sistematização da representação das informações referentes a um sistema, influenciando vários aspectos de um projeto e utilizando os padrões do paradigma da programação orientada a objetos (POO).

Segundo Moraes e Zanin (2020), um projeto de *software* consiste na descrição detalhada da base do sistema, incluindo os modelos de dados, a definição da arquitetura e das interfaces que compõem a aplicação. Essa etapa é desenvolvida de forma incremental, conforme as particularidades do sistema, adicionando detalhes conforme o avanço do desenvolvimento e as revisões realizadas.

Para representar a estrutura do banco de dados, foi elaborado o Diagrama de Entidade-Relacionamento (DER). De acordo com Pichetti, Vida e Cortes (2021), o DER tem como objetivo representar a estrutura de dados e as regras de negócios que serão implementadas. Esse modelo deve englobar todas as solicitações cotidianas para que ocorra o armazenamento e a utilização desses dados de maneira efetiva no *software*.

Após a modelagem de dados, para compreender melhor os fluxos de ações realizadas pelos usuários no sistema “Metrol”, desenvolveu-se o Diagrama de Atividades. Segundo Moraes e Zanin (2020), esse diagrama busca documentar, de forma gráfica, os aspectos físicos de rotinas específicas.

Essa ilustração é útil para visualizar a sequência de ações, decisões e caminhos que ocorrem em cada processo, com base nos requisitos funcionais levantados.

Por fim, para a conclusão da etapa de projeto, foi estabelecida a arquitetura de *software* a ser implementada no sistema. Conforme apontam Pressman e Maxim (2021), a arquitetura representa uma estrutura fundamental que orienta o desenvolvimento, servindo como base para decisões técnicas e facilitando a comunicação entre os os lados envolvidos no projeto. Além disso, a arquitetura destaca, desde as fases iniciais, as decisões que terão um grande impacto, influenciando diretamente na escalabilidade, manutenção e desempenho da aplicação ao longo do seu ciclo de vida.

O projeto foi implementado seguindo o modelo de aplicação monolítica utilizando a linguagem de programação PHP (*Hypertext Processor*), com a adoção do *framework* Laravel no *backend* e da biblioteca React no *frontend*, conectados a partir do InertiaJS para formar uma SPA (*Single Page Application*), que oferece uma experiência fluída ao usuário. Os dados foram armazenados em um banco de dados MySQL, enquanto a interface foi construída com TailwindCSS, aliada aos componentes modernos do shaden/ui. Além disso, utilizou-se TypeScript no *frontend* para maior segurança e robustez no código.

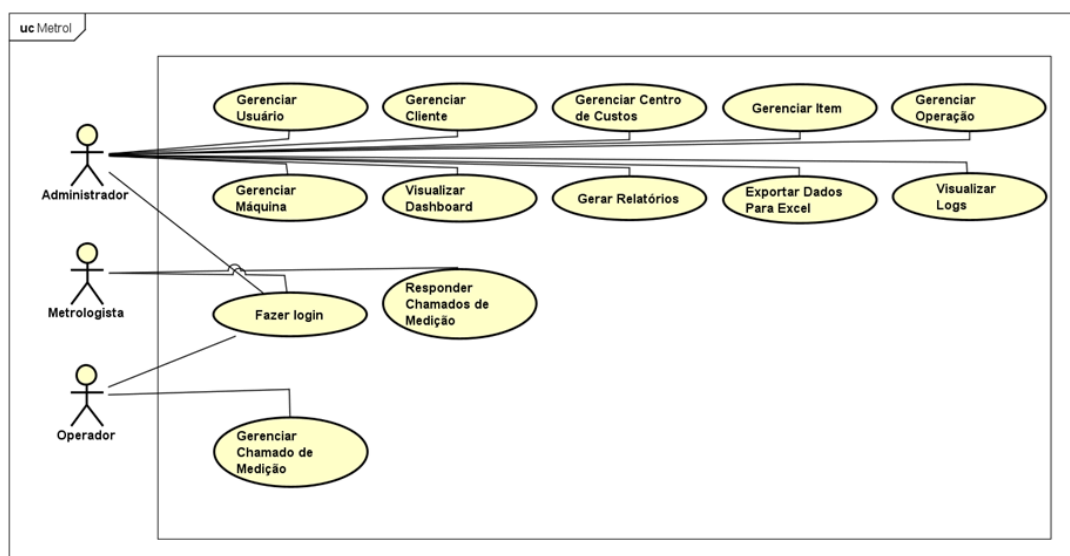
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentam-se os principais resultados do desenvolvimento do sistema Metrol, contemplando a análise de requisitos, os artefatos técnicos e as interfaces gráficas construídas. Busca-se evidenciar como a solução atende às necessidades do setor de metrologia e promove melhorias operacionais significativas.

O diagrama de caso de uso, ilustrado na Figura 1, foi elaborado com base nas entrevistas conduzidas junto ao setor de metrologia da empresa. Identificaram-se três perfis principais de usuários: Administrador, Produção (Operador) e Metrologista.

O Administrador possui controle total sobre o sistema, sendo responsável pelo cadastro e gerenciamento de entidades como usuários, clientes, centros de custo, itens, operações e máquinas. Também pode acessar *dashboards*, gerar relatórios e exportar dados para Excel, o que garante maior rastreabilidade e tomada de decisão baseada em evidências. O perfil Produção realiza a abertura de chamados de medição, sendo o ponto de partida do fluxo metrológico. Já o Metrologista executa e finaliza os chamados, atualizando seus *status* com base nos resultados aferidos.

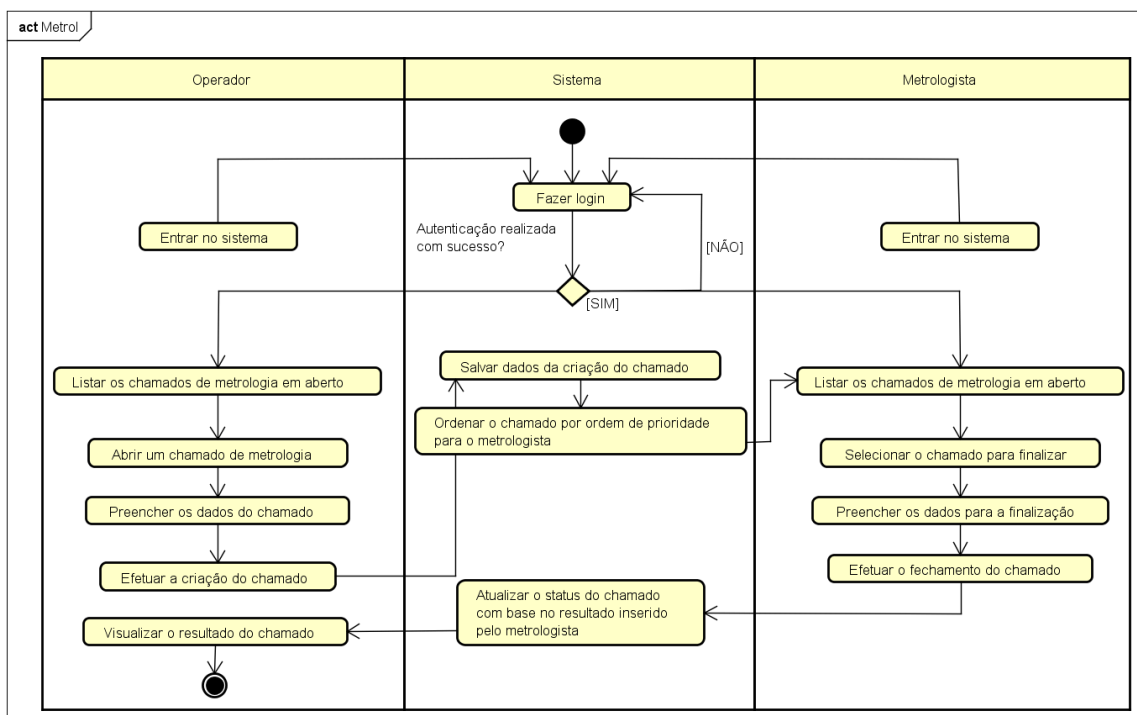
FIGURA 1. Diagrama de caso de uso do Metrol.



O Diagrama de Atividades, ilustrado na Figura 2, representa o fluxo completo do processo de abertura e finalização de um chamado de metrologia. O processo inicia-se com o operador de produção, que acessa o sistema e abre um chamado. O sistema, então, realiza a ordenação automática por prioridade, baseada no tipo de chamado. Em seguida, o Metrologista acessa a fila de chamados

pendentes, executa a medição e atualiza o *status* do chamado, que pode ser “Aprovado” ou “Reprovado”.

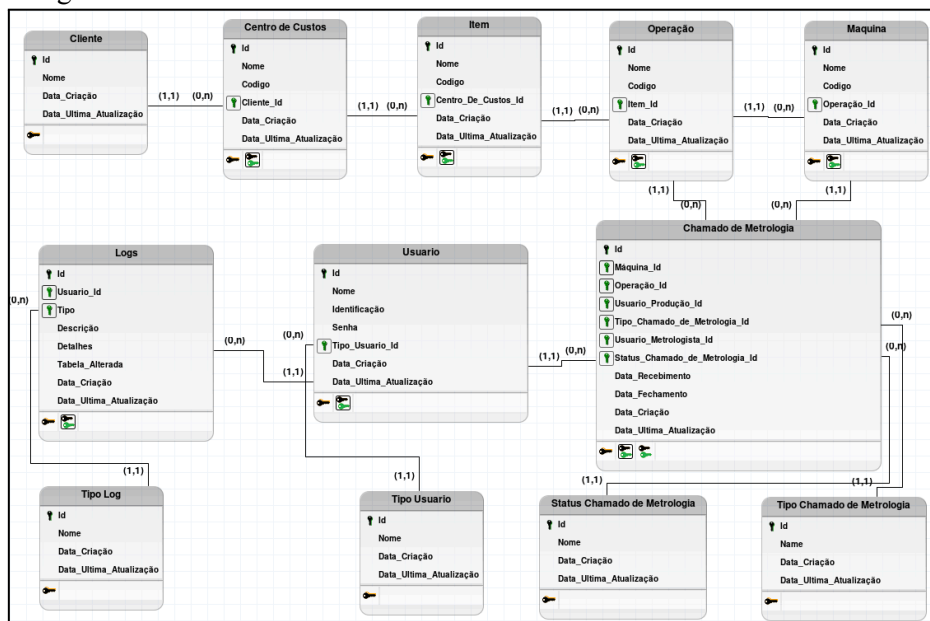
FIGURA 2. Diagrama de Atividades do Metrol.



A Figura 3 apresenta o Diagrama de Entidade-Relacionamento, que define a estrutura lógica de dados do sistema. O modelo foi projetado visando consistência, integridade referencial e desempenho transacional.

As principais entidades contempladas são: Usuário, Chamado de Metrologia, Cliente, Centro de Custos, Item, Operação, Máquina e Logs. Destaca-se a entidade de Logs, que viabiliza o registro detalhado de todas as operações críticas do sistema, contribuindo para a transparência e auditoria de processos.

FIGURA 3. Diagrama de Entidade-Relacionamento do Metrol



As interfaces são divididas por perfil de usuário. A Figura 4 mostra a tela inicial do tipo Produção, onde são listados os chamados em aberto com filtros, opções de criação e exportação para Excel. Essa interface facilita o controle de demandas e reduz retrabalho ao centralizar a submissão de dados.

FIGURA 4 - Tela de chamados de medição abertos pelo usuário de produção autenticado

ID	Nome do Item	Máquina	Operação	Tipo	Status	Data de criação	Ações
4	Item 1	Máquina 1	Operação 1	Produção	Aguardando Recebimento	01/08/2025, 17:53:02	
3	Item 1	Máquina 1	Operação 1	Ajuste	Aguardando Recebimento	01/08/2025, 17:52:41	
2	Item 1	Máquina 1	Operação 1	Setup	Aprovado	01/08/2025, 16:58:11	Não disponível
1	Item 1	Máquina 1	Operação 1	Setup	Aprovado	01/08/2025, 16:58:11	Não disponível

A Figura 5 apresenta a tela de criação de chamados, onde o usuário seleciona item, máquina, operação e tipo de chamado (*setup*, ajuste ou produção). Esses tipos seguem uma hierarquia de prioridade, o que contribui para otimização do tempo de resposta e alocação eficiente de recursos.

FIGURA 5 - Tela de criação de um chamado de medição

Criar Chamado

Informe os dados para efetuar a criação de um chamado.

Item
Selecione um item

Operação
Selecione uma operação

Máquina
Selecione uma máquina

Tipo
Selecione um tipo

Cancelar **Criar**

A Figura 6 apresenta o painel do Metrologista, responsável por exibir a lista de chamados. Os chamados são organizados por ordem de prioridade, sendo que as solicitações de ajuste e *setup* possuem prioridade máxima, enquanto os chamados relacionados à produção têm prioridade comum. Além disso, o painel oferece funcionalidades específicas, como a possibilidade de receber um item, desde que este esteja com o *status* “Aguardando recebimento”, e de finalizar um chamado, quando seu *status* estiver definido como “Aguardando medição”.

FIGURA 6 - Tela de chamados de medição atribuídos para o usuário de metrologia autenticado

ID	Nome do item	Máquina	Operação	Tipo	Status	Data de criação	Ações
5	Item 1	Máquina 1	Operação 1	Ajuste	Aguardando Medição	04/08/2025, 09:06:40	✓
3	Item 1	Máquina 1	Operação 1	Setup	Aguardando Recebimento	04/08/2025, 09:06:01	⌵
4	Item 1	Máquina 1	Operação 1	Produção	Aguardando Recebimento	04/08/2025, 09:06:22	⌵
2	Item 1	Máquina 1	Operação 1	Setup	Aprovado	04/08/2025, 09:04:15	Não disponível
1	Item 1	Máquina 1	Operação 1	Setup	Aprovado	04/08/2025, 09:04:15	Não disponível

CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento do sistema Metrol, foi possível propor uma solução tecnológica para modernizar os processos do setor de metrologia, especialmente no controle de chamados e registro de medições. Estima-se que a aplicação atenda aos requisitos levantados nas entrevistas, promovendo maior agilidade, padronização e confiabilidade. Pequenas ineficiências operacionais podem gerar impactos significativos, reforçando o potencial do sistema em reduzir desperdícios e otimizar o tempo.

A arquitetura cliente-servidor adotada mostrou-se adequada às demandas do projeto e permite futuras expansões, como relatórios gerenciais e um sistema de notificações entre operador e metrologista. Assim, o Metrol se apresenta como uma ferramenta promissora para melhorar a integração entre setores e apoiar a tomada de decisão com mais eficiência.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

F.C.F, L.A.B.B e P.H.O.D contribuíram com a coleta de dados, desenvolvimento dos documentos de requisitos, codificação do *software* “Metrol”. Além disso, todos os autores colaboraram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

REFERÊNCIAS

- MORAIS, I. S.; ZANIN, A. **Engenharia de software**. 1. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2020. *E-book*. p. 11-17. ISBN 9788595022539 Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595022539/>. Acesso em: 05 abr. 2025.
- PICHETTI, R. F.; VIDA, E. S.; CORTES, V. S. M. P. **Banco de dados**. 1. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2021. *E-book*. p. 31-48. ISBN: 9786556900186 Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786556900186>. Acesso em: 30 abr. 2025.
- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de software**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021. *E-book*. p. 110-184. ISBN 9786558040118. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786558040118/>. Acesso em: 05 abr. 2025.
- SERAFIM, A. O.; CEOLIN, A. C.; SOUZA, I. G. M.; *et al.* SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS E EFICIÊNCIA ORGANIZACIONAL: ESTUDO DE CASO NA CONTROLADORIA DE UMA EMPRESA MULTINACIONAL DO SETOR AUTOMOTIVO. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 40-59, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/financ/article/view/10016>. Acesso em: 22 mar. 2025.