

CLARA: Um sistema Web para Consulta Local Automática de Recursos e Abastecimento

João A. C. Oliveira¹, Leonardo V. R. Carvalho¹,
Maria Clara B. de Sousa,² Ingrid Havena de M. A. Miranda²,
João Marcos S. R. Leal,¹ Bruna Karen C. Fernandes², Romuere R. V. e Silva¹

¹Sistemas de Informação, Universidade Federal do Piauí, Picos - Brasil

²Bacharelado em Enfermagem, Universidade Federal do Piauí, Picos - Brasil

romuere@ufpi.edu.br

Abstract. *This paper presents CLARA (Automatic Local Consultation of Resources and Supply), a web-based system designed to support the management of medicines and supplies in Primary Health Care units of the Brazilian Unified Health System (SUS). The system adopts a client-server architecture and integrates a large language model through the Gemini API to enable automated queries and access to medication information, improving the visibility of locally available resources in Basic Health Units. The methodology included requirements analysis, architectural modeling, implementation, and experimental validation through automated tests. The results showed a 100% success rate and an average response time of 2.24 ms for static requests, indicating high performance and reliability. These findings suggest that CLARA can support faster access to information and improve decision-making in pharmaceutical management.*

Resumo. *Este artigo apresenta o CLARA (Consulta Local Automática de Recursos e Abastecimento), um sistema Web desenvolvido para apoiar a gestão de medicamentos e insumos em Unidades Básicas de Saúde do Sistema Único de Saúde (SUS). O sistema adota uma arquitetura cliente-servidor e integra um modelo de linguagem por meio da API Gemini para viabilizar consultas automatizadas e acesso a informações sobre medicamentos, ampliando a visibilidade dos recursos disponíveis localmente. A metodologia incluiu levantamento de requisitos, modelagem arquitetural, implementação e validação experimental por meio de testes automatizados. Os resultados indicaram taxa de sucesso de 100% e tempo médio de resposta de 2,24 ms para requisições estáticas, demonstrando desempenho e confiabilidade satisfatórios. Esses achados sugerem que o CLARA pode apoiar o acesso mais rápido à informação e aprimorar a tomada de decisão na gestão farmacêutica.*

1. Introdução

A Assistência Farmacêutica (AF) é essencial para o cuidado no Sistema Único de Saúde (SUS), e as Unidades Básicas de Saúde (UBS) têm papel central na gestão de insumos e medicamentos. Ainda assim, essa logística enfrenta dificuldades, sobretudo no monitoramento de estoques e na previsão de demandas.

Em muitas UBS, o controle de insumos ainda depende de processos manuais ou de sistemas centralizados que não refletem a disponibilidade física imediata dos materiais. A literatura indica que a baixa integração entre níveis de gestão e portanto favorece rupturas de estoque, desperdícios e dificuldades no atendimento [Vieira et al. 2025].

Nesse contexto, o projeto CLARA¹ (Consulta Local Automática de Recursos e Abastecimento) propõe automatizar consultas de estoque e ampliar a visibilidade dos recursos disponíveis nas UBS. Assim, este artigo apresenta a arquitetura do sistema e avalia seu potencial para apoiar a tomada de decisão gerencial em unidades descentralizadas.

2. Trabalhos Relacionados

A gestão da AF no Sistema Único de Saúde (SUS) ainda enfrenta dificuldades no monitoramento de estoques e no planejamento do abastecimento. [Vieira et al. 2025], [Oliveira et al. 2018] apontam fragilidades logísticas e baixa integração entre níveis de gestão, fatores que podem resultar em desabastecimento ou desperdício.

Para apoiar esse processo, foram desenvolvidos sistemas como o Hórus [Costa and Nascimento Jr 2012] e a BNAFAR [Brasil. Ministério da Saúde 2022]. Ainda assim, permanecem limitações quanto a consultas rápidas vinculadas às listas municipais de medicamentos. Nesse contexto, o CLARA propõe consultas automatizadas à REMUME com apoio de inteligência artificial.

3. Metodologia

Este trabalho é uma pesquisa aplicada, de natureza tecnológica, com abordagem experimental e quantitativa, voltada ao desenvolvimento e à avaliação do sistema CLARA. A metodologia foi organizada em cinco etapas: levantamento de requisitos, modelagem arquitetural e de dados, implementação, validação funcional e análise das métricas obtidas.

3.1. Levantamento e Análise de Requisitos

O levantamento de requisitos foi realizado a partir das necessidades operacionais identificadas em uma Unidade Básica de Saúde (UBS), apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Requisitos do Sistema CLARA

Funcionais	Não Funcionais	Técnicos
RF01: Cadastro e autenticação via CPF, senha e unidade de saúde	RNF01: Tempo < 2s, disp. ≥ 95%, sucesso ≥ 90%	RT01: Backend Node.js, API Gemini e BD relacional
RF02: Consulta em linguagem natural de medicamentos e estoque	RNF02: Compatível com navegadores modernos	
RF03: Respostas automáticas com filtros	RNF03: Arquitetura modular e escalável	

¹<https://www.youtube.com/watch?v=TsctX3EoMhU>

Os requisitos foram organizados em três categorias: funcionais, não funcionais e técnicos.

3.2. Modelagem Arquitetural

A arquitetura segue o modelo cliente-servidor em camadas, com separação entre apresentação, aplicação e persistência. Essa organização favorece modularidade, baixo acoplamento e comunicação por requisições HTTP no padrão RESTful [Fielding and Taylor 2002].

A modelagem das interações foi representada por um diagrama de caso de uso, onde há os principais atores e funcionalidades do sistema, como autenticação, consulta em linguagem natural, visualização de estoque e integração com o Gemini.

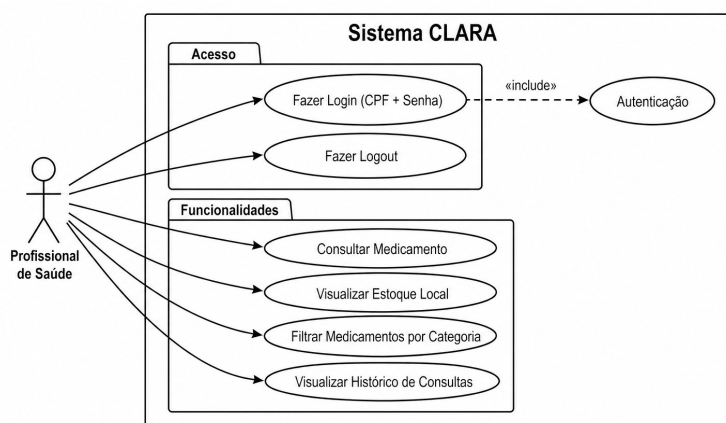


Figura 1. Diagrama de caso de uso CLARA baseado na UML [Booch et al. 2005].

3.3. Integração com Modelo de Linguagem Gemini

Para viabilizar consultas em linguagem natural, o CLARA integra o modelo Gemini, da Google, por meio de sua API oficial.

A integração ocorre da seguinte forma: o backend envia a pergunta do usuário à API do Gemini juntamente com o contexto da REMUME local e retorna a resposta estruturada à interface web.

Benefícios observados:

- Redução do tempo de busca por informações sobre medicamentos;
- Interface mais acessível para profissionais sem formação em informática;
- Capacidade de interpretar perguntas em linguagem coloquial.

Limitações e riscos identificados:

- Dependência de conexão com internet para acesso à API externa;
- Possibilidade de respostas inconsistentes ou imprecisas em casos de consultas ambíguas ou fora do escopo da REMUME;
- Necessidade de validação das respostas geradas por profissionais qualificados;
- Custo operacional associado ao uso da API em larga escala.

Ambiente de Execução dos Testes:

Os testes experimentais foram executados em ambiente computacional controlado com as seguintes especificações:

- **Sistema Operacional:** Windows 11 Pro (64 bits)
- **Processador:** Intel Core i7-11800H @ 2.30GHz (8 núcleos)
- **Memória RAM:** 16 GB DDR4
- **Servidor:** Node.js v18.16.0 executando localmente
- **Banco de Dados:** MySQL 8.0.33 configurado localmente
- **Rede:** Conexão local (localhost) sem latência de rede externa
- **Navegador utilizado nos testes:** Google Chrome 120.0

Esse ambiente representa uma configuração preliminar de testes e não reproduz integralmente as condições reais de uso em UBS.

3.4. Procedimentos de Avaliação

Os testes foram organizados em quatro categorias: funcionais, desempenho, consistência e estabilidade, todos automatizados por um script em JavaScript com uso da biblioteca Axios.

Testes Funcionais: verificaram operações como carregamento da página inicial, autenticação, validação de dados, consultas ao Gemini e visualização de estoque, incluindo fluxos de sucesso e erros esperados.

Testes de Desempenho: consistiram em 50 requisições GET consecutivas à página principal, com coleta de média, mínimo, máximo, mediana e percentil 95 (P95).

4. Resultados

A avaliação do sistema compreendeu 164 requisições, cujas métricas são apresentadas a seguir.

4.1. Testes Funcionais

A Tabela 2 apresenta 7 cenários que cobrem os principais fluxos do sistema, incluindo autenticação, validação de entrada, consulta de estoque e consulta ao Gemini. O maior tempo foi observado na consulta ao Gemini (3.919 ms), em razão da comunicação com a API externa, mas ainda dentro de limites aceitáveis de interação [Nielsen 1993].

Tabela 2. Resultados dos testes funcionais

Teste	Método	HTTP	Tempo (ms)	Resultado
Página inicial	GET	200	34	Sucesso
Login inválido	POST	400	22	Rejeição correta
Registro incompleto	POST	400	5	Validação correta
Consulta ao estoque	GET	200	156	Sucesso
Consulta ao modelo Gemini	POST	200	3.919	Sucesso
Filtragem de medicamentos	GET	200	89	Sucesso
Logout do sistema	POST	200	18	Sucesso

4.2. Testes de Desempenho

Nos testes de desempenho, realizados com 50 requisições GET consecutivas à página principal, o tempo médio de resposta foi de 2,24 ms, com mínimo de 1 ms, máximo de 4 ms, mediana de 2 ms e P95 de 3 ms.

A Tabela 3 sintetiza essas métricas e indica comportamento estável sob carga sequencial.

Tabela 3. Métricas de desempenho das requisições GET à página principal (50 requisições)

Métrica	Valor (ms)
Tempo Médio	2,24
Tempo Mínimo	1
Tempo Máximo	4
Mediana	2
Percentil 95 (P95)	3
Taxa de Sucesso	100%

4.3. Taxa de Sucesso

Das 164 requisições realizadas, todas foram concluídas com sucesso (código HTTP inferior a 500), resultando em taxa de sucesso de 100,00%. O valor supera o limiar de 90% recomendado pela ISO/IEC 25010 [ISO/IEC 2011] e atende ao requisito RNF04. Requisições com código 4xx foram consideradas sucesso quando correspondiam ao comportamento esperado de validação.

4.4. Testes de Consistência e de Estabilidade

Nos testes de consistência, 10 requisições GET idênticas à página inicial retornaram código HTTP 200 em todas as execuções, indicando comportamento determinístico.

Tabela 4. Resultados dos testes de estabilidade por rodada.

Rodada	Média (ms)	Mín. (ms)	Máx. (ms)	Sucessos	Falhas
1	2,30	2	3	20/20	0
2	3,00	2	5	20/20	0
3	1,65	1	3	20/20	0
4	1,35	1	2	20/20	0
5	1,55	1	2	20/20	0

Os resultados mostram desempenho estável nas cinco rodadas, com taxa de sucesso de 100% e sem falhas ou *timeout*. O tempo médio variou entre 1,35 ms e 3,00 ms, sem indícios de degradação progressiva.

4.5. Interpretação dos Resultados no Contexto das UBS

Os resultados da avaliação técnica preliminar indicam que o CLARA tem viabilidade computacional para apoiar a gestão de medicamentos em UBS. O tempo médio

de 2,24 ms para requisições estáticas e de 3,9 segundos para consultas ao Gemini sugere ganho de agilidade na busca por informações, enquanto a taxa de sucesso de 100% indica robustez para operação contínua. Apesar disso, a avaliação não contemplou cenários reais de uso, como:

- Acesso simultâneo de múltiplos profissionais na mesma unidade;
- Condições de conectividade limitada ou instável;
- Validação da qualidade e precisão das respostas geradas pela IA;

Essas limitações reforçam a necessidade de validação em ambiente real com usuários finais.

5. Conclusão

O sistema CLARA apresentou desempenho satisfatório e aderência aos requisitos funcionais e não funcionais estabelecidos. A arquitetura cliente-servidor em camadas mostrou-se adequada para garantir eficiência, confiabilidade e possibilidade de expansão. Assim, o sistema apresenta potencial para apoiar a gestão local de medicamentos em UBS, com perspectivas de validação em ambientes reais, integração com bases institucionais e ampliação de funcionalidades baseadas em inteligência artificial.

Referências

- Booch, G., Rumbaugh, J., and Jacobson, I. (2005). *The Unified Modeling Language User Guide*. Addison-Wesley Professional, 2nd edition.
- Brasil. Ministério da Saúde (2022). Base nacional de dados de ações e serviços da assistência farmacêutica (bnafar). <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/sectics/daf/bnafar>. Acesso em: 07 mar. 2026.
- Costa, K. S. and Nascimento Jr, J. M. d. (2012). Hórus: inovação tecnológica na assistência farmacêutica no sistema único de saúde. *Revista de Saúde Pública*, 46(suppl 1):91–99.
- Fielding, R. T. and Taylor, R. N. (2002). Principled design of the modern web architecture. *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT)*, 2(2):115–150.
- ISO/IEC (2011). Iso/iec 25010: Systems and software engineering – systems and software quality requirements and evaluation (square) – system and software quality models. International Organization for Standardization.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press.
- Oliveira, W. R., Sarmiento, K., and Tavares, N. U. L. (2018). Gestão da assistência farmacêutica em regiões de saúde do ceará: Um recorte do projeto qualisus-rede. *Revista Eletrônica Gestão e Saúde*, 9(1):95–109.
- Vieira, F. S., Chaves, E. d. S., Costa, K. S., Bernarde, H. D., Bernardes, L. C. G., Cavalcanti, F. M. S., and Pereira, B. L. S. (2025). Pesquisa assistência farmacêutica no sus: uma síntese dos principais resultados para gestores de saúde (2019-2023). Technical report, Conselho Nacional de Secretários de Saúde (Brasil).