

PROTÓTIPO DE SOFTWARE WEB DE APOIO AO CONTROLE ACESSO AO REFEITÓRIO COM FOCO NA INTERFACE DO USUÁRIO

Data de submissão: 02/10/2024

Data de aceite: 01/11/2024

Bruno Marques de Vasconcelos

Fabiann Matthaus Dantas Barbosa

<http://lattes.cnpq.br/3769505772789674>

Joethe Moraes de Carvalho

<http://lattes.cnpq.br/8157292652509113>

Gabriel Pinheiro Compto

<http://lattes.cnpq.br/5432787843953143>

RESUMO: Este trabalho consiste no desenvolvimento de um protótipo funcional de um software web de apoio ao controle de acesso ao refeitório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Zona Leste (IFAM-CMZL). O protótipo é focado na interface do usuário, com o objetivo de facilitar o uso por parte dos administradores que irão fazer o controle de acesso dos alunos que frequentam e utilizam o refeitório. Para o entendimento do desenvolvimento do protótipo, a pesquisa concentrou-se em *design* de interface e usabilidade do sistema. O método escolhido foi a prototipação, por facilitar a alteração de elementos visuais e correção de erros antes de lançar o produto final. Fatores como sistemas de controle

acesso, interação humano-computador e design foram essenciais neste projeto. Através do desenvolvimento, espera-se realizar a validação e apresentação do protótipo funcional de apoio à liberação automatizada no refeitório.

PALAVRAS-CHAVE: Design de Interface, Usabilidade, Controle de acesso.

ABSTRACT: This work consists of the development of a functional prototype of a web software to support access control to the cafeteria of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Amazonas – Manaus East Zone Campus (IFAM-CMZL). The prototype is focused on the user interface, with the aim of facilitating use by administrators who will control access to students who attend and use the cafeteria. To understand the development of the prototype, the research focused on interface design and usability of the system. The method chosen was prototyping, as it facilitates the alteration of visual elements and correction of errors before launching the final product. Factors such as access control systems, human-computer interaction, and design were essential in this project. Through the development, it is expected to carry out the validation and presentation of

the functional prototype to support the automated release in the cafeteria.

KEYWORDS: Interface Design, Usability, Access Control.

1 | INTRODUÇÃO

Com a constante avanço da tecnologia, diversas ferramentas de gestão de pessoas estão sendo aprimoradas para acompanhar essa evolução visando atender da melhor forma as necessidades das instituições. Dessa forma, a ocorrência do surgimento de novas ferramentas e softwares com o objetivo de aprimorar e agilizar o processo de produção, de bens, serviços e gerenciamento de recursos. A gestão tecnológica é uma prática que muitas organizações têm adotado para administrar recursos e insumos que são limitados, visando alcançar melhores resultados com menores custos.

A gestão tecnológica é uma atividade que as instituições têm adotado como forma de gerenciamento dos recursos limitados disponíveis para obtenção dos melhores usos na geração das tecnologias para atendimento de nossas necessidades e desejos (Hayne; Wyse, 2018, p 38).

Neste sentido, o avanço tecnológico pode ser visto como resultado da integração de novas tecnologias. Diante disso, é possível compreender que a evolução na área da tecnologia reflete o estado em que a humanidade se encontra atualmente, onde tudo gira em função da tecnologia para resolver os problemas do cotidiano.

No âmbito educacional, as universidades desempenham um papel fundamental na comunidade, atuando como um ponto de partida para alcançar novos objetivos na vida. Elas também funcionam como centros de aprendizagem sobre expressões culturais, proporcionando oportunidades de lazer e interação social. Sua importância vai além do aspecto físico, impactando diretamente o bem-estar da comunidade. Contudo, para que esses ambientes cumpram sua função de maneira eficiente, é crucial que haja uma gestão adequada das pessoas que ali frequentam, visando garantir segurança e o bem-estar.

A gerência de pessoas nessas instituições é essencial para garantir a realização de eventos, evitando incidentes indesejados. Isso não envolve somente monitoramento constante, mas também a implementação de medidas para garantir a segurança de todos que frequentam esses espaços. Garantir a segurança das pessoas nesses locais é fundamental para manter a tranquilidade no ambiente. A implementação de medidas de segurança, como por exemplo, um controle de acesso por meio da biometria digital pode ser uma solução eficiente para prevenir situações adversas.

“A biometria é um dos métodos mais seguros para identificação de seres humanos, pois garante a exclusividade de cada pessoa, evitando tentativas de fraudes e irregularidades” (Silva et al., 2018, p. 771).

No contexto específico de instituições educacionais, como o IFAM (Instituto Federal do Amazonas), mais especificamente no Campus Manaus Zona Leste, a segurança e a

identificação eficiente dos alunos são de extrema importância. É essencial garantir que apenas pessoas autorizadas tenham acesso às instalações, protegendo assim o ambiente institucional de aprendizado e promover um local seguro para os estudantes e funcionários.

Manter o controle de acesso aos espaços é fundamental para garantir a organização do ambiente e segurança de todos que se fazem presente nesses locais. O controle de acesso a um ambiente pode ser feito de muitas formas a depender da demanda do fluxo de pessoas, pode ser feita de forma manual quando se trata de um pequeno número de pessoas ou de forma automatizada quando se trata de um grande número de pessoas.

O uso de um leitor biométrico oferece um nível de precisão na identificação dos usuários em comparação com o método manual que se encontra em uso, por meio de lista nominal. A biometria, ao reconhecer características únicas de cada usuário, como as impressões digitais, minimiza consideravelmente os riscos de fraudes e também garante uma contagem mais eficiente dos usuários que ali frequentam, garantindo que apenas as pessoas autorizadas tenham acesso às refeições.

Este trabalho tem como objetivo principal desenvolver um protótipo funcional do software web utilizando técnicas de prototipação, que permita alterações e melhorias rápidas durante o processo de desenvolvimento, com validação na teoria de Nielsen (1994).

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Tecnologias Biométricas

O termo biometria é hoje associado à medição de características físicas das pessoas como forma de identificá-las[...] (Futado, 2010). Hoje, com o desenvolvimento tecnológico, várias outras formas de biometria podem ser usadas também para realizar a identificação de alguém, com destaque para a forma de caminhar, o reconhecimento facial, a íris, a retina, dentre outras (Souza, 2020).

A identificação de pessoas por meio das suas características físicas e comportamentais distintas vêm evoluindo com o passar do tempo, essa evolução é atribuída, em grande parte, aos grandes avanços e descobertas no campo da informática, onde a autenticação por meio da biometria se faz mais presente no dia a dia das pessoas. Segundo Colombo et al (2013), o termo biometria está cada dia mais próximo do cotidiano dos usuários de informática. Para Colombo et al (2013) A biometria vem justamente aproveitar as características únicas das pessoas para garantir segurança e velocidade em muitas atividades diárias.

Segundo Souza (2020), atualmente, as tecnologias biométricas mais utilizadas são: biometria de impressão digital, de geometria da mão e de dedos, da face, de íris e de voz.

De acordo com Boechat (2008), As técnicas biométricas são subdivididas em

duas classes diferentes: baseadas nas características físicas e nas características comportamentais. As características físicas, Boechat (2008), ressalta que é uma medida fisiológica ou anatômica relativamente estável de uma parte do corpo humano basicamente imutável, tal como: a face, impressão digital, íris, retina, geometria da mão, padrão das veias entre outras.

E as características comportamentais Boechat, (2008) enfatiza que, dentre as características comportamentais existe o modo de andar, assinatura, a dinâmica da digitação, a fala entre outras. Exemplos de biometria baseada nas características físicas e características comportamentais.

As tecnologias biométricas são ferramentas essenciais para autenticar e identificar indivíduos por meio das suas características físicas e comportamentais únicas, como por exemplo, a impressão digital, reconhecimento facial, íris e voz. Essas tecnologias têm uma ampla aplicação, e estão inseridos em muitos contextos de sistemas de controle de acesso a espaços físicos e controle de acesso a outros sistemas.

Um dos tipos de tecnologias biométricos é a de impressão digital. Um sistema biométrico é basicamente um sistema de reconhecimento de padrões que tem como objetivo comparar as características físicas de uma pessoa por meio da captura de dados biométricos, na qual é feita uma análise e uma comparação em um conjunto de dados com características dos dados das pessoas cadastradas e salvos no banco de dados desse sistema.

Um sistema biométrico é essencialmente um sistema de reconhecimento de padrões que opera adquirindo dados biométricos de um indivíduo, extraindo um conjunto de recursos dos dados adquiridos e comparando esse conjunto de recursos com o modelo definido no banco de dados (Jain; Ross; Prabhakar, 2004, p. 4).

De acordo com (Jain; Ross; Prabhakar, 2004, p. 4), o sistema biométrico por meio da impressão digital são ferramentas tecnológicas sofisticadas que utilizam características físicas de uma pessoa para fazer a sua autenticação e identificação. Esses sistemas funcionam por meio de quatro módulos, que vão desde o módulo captura dos dados biométricos das impressões digitais por meio do sensor biométrico, passando pelo módulo de extração de recursos, que processa um conjunto de dados adquirido, e em seguida o módulo *matcher*, onde as características extraídas durante o reconhecimento e comparadas aos modelos armazenados no banco de dados, e por fim o módulo de banco de dados do sistema, que é utilizado para armazenar os modelos biométricos dos usuários inscritos.

2.2 Sistema de Controle de Acesso

Manter o controle de acesso aos espaços físicos ou digitais é fundamental para manter a segurança tanto dos que se fazem presentes nos espaços físicos como também aos que estão acessando a um sistema de informática. Um sistema de controle de acesso

tem como objetivo principal, dar permissão de acesso a um ambiente físico ou virtual por meio da identificação e autenticação de diferentes formas, seja por meio de login e senha ou por meio da biometria.

A identificação entende-se o conjunto de técnicas que se utilizam para se obter o conhecimento da identidade de uma outra parte, no entanto, este processo não prova a identidade indicada pela parte (Moreira et al., 2009).

Nesse sentido, Moreira et al (2009), descrevem a autenticação como um o processo pelo qual uma pessoa prova a sua identidade. Em síntese, a identificação para se ter acesso aos espaços físicos ou digitais, refere-se às técnicas para obter informações relacionadas à identidade de uma pessoa, mas essas informações não necessariamente provam que essa identidade seja verídica. Por outro lado, a autenticação é o processo na qual uma pessoa para ter acesso a esses mesmos espaços comprova sua identidade. Dessa forma, essa autenticação pode ser feita por meio de *login* e senha ou até mesmo utilizando a biometria.

2.3 Design de Interface e Usabilidade

Primeiramente, é necessário entender ao que se refere o termo *design*. Segundo Benyon (2011, p.5):

“O termo '*design*' refere-se tanto ao processo criativo de especifica algo novo quanto às representações que se produzem durante este processo. Portanto, para projetar um site, por exemplo, o *design* produzirá e avaliará vários *designs*, como o *design* do *layout* da página, o do esquema de cores, o dos gráficos e o da estrutura como um todo”.

O Autor supracitado ressalta que um design tem que ser visualizado para ajudar um designer clarear as próprias ideias quanto para que as pessoas possam avaliá-lo.

A Interface é constituída pelas seguintes partes, as quais os usuários têm contato: física, perceptiva ou conceitualmente:

- Fisicamente: podemos interagir com um dispositivo apertando botões ou movimentando alavancas e o dispositivo interativo pode responder fornecendo retorno através da pressão do botão ou alavanca;
- Perceptivamente: o dispositivo exhibe coisas em uma tela que podemos ver, ou emite sons que podemos ouvir;
- Conceitualmente: interagimos com um dispositivo tentando concluir o que ele faz e o que deveríamos estar fazendo. O dispositivo fornece mensagens e outros indicadores feitos para nos ajudar nesse sentido.

Portanto, a interface de um sistema é o meio pelo qual acontece o diálogo entre uma aplicação e o humano. Pressman (2011) define interface de forma parecida com especialistas em usabilidade:

“A interface do usuário é indiscutivelmente o elemento mais importante de

um produto. Se a interface for mal projetada, a capacidade de o usuário aproveitar todo o poder computacional e conteúdo de informações de uma aplicação pode ser seriamente afetada. Na realidade, uma interface fraca pode fazer com que uma aplicação, em outros aspectos bem projetada e solidamente implantada, falhe." (Pressman, 2011)

Desta maneira, neste trabalho quando é citado design de interface, entende-se por um processo que constrói telas que podem ser utilizadas por usuários para navegar entre páginas de um software.

Um outro ponto crucial em uma interface, é a usabilidade, que assegura que o software seja fácil de usar, eficiente e agradável, de acordo com a perspectiva do usuário (Preece; Roger; Sharp, 2005). Estes autores definiram metas de usabilidade para um software atingir seu objetivo, sendo:

- Eficácia no uso: corresponde ao quanto o sistema é bom para fazer o que se espera dele;
- Eficiência no uso: corresponde à maneira como o sistema auxilia os usuários na realização das tarefas;
- Fácil de lembrar como usar: corresponde à facilidade de lembrar como utilizar o sistema;
- Fácil de entender: corresponde ao quão fácil é aprender a usar o sistema;
- De boa utilidade: corresponde à medida na qual o sistema propicia o tipo certo de funcionalidade, de maneira que os usuários possam realizar aquilo de que precisam ou que desejam;
- Seguro no uso: corresponde a proteger os usuários de situações perigosas e indesejáveis.

A partir da última década, os usuários tornaram-se mais exigentes com a tecnologia utilizada, por isso as empresas estão investindo cada vez mais em produtos com um *design* sofisticado, fáceis de utilizar, rápidos e que tenham funcionalidade. Porém, nem todos sabem que estas características fazem parte da usabilidade de *software*. Segundo a NBR ISO/IEC 9126-1 (2003) usabilidade é a capacidade do produto de *software* de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas.

SHACKEL (1991) considera a usabilidade como a capacidade de um sistema ser usado facilmente e com eficiência pelo usuário. Já Nielsen (1990) e SANTOS (2000) definem de forma semelhante, dividindo o conceito de usabilidade em itens como facilidade e eficiência.

Nielsen (1994) aponta que um projeto do *software*, deve considerar a avaliação do *design* da interface. Sendo assim, um projeto deve ser construído para atender as 10 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen, que são itens que ajudam a realizar um diagnóstico da usabilidade do *software*, facilitando ao *designer* projetar uma melhor experiência de uso

e tornando as interações de fácil entendimento, sendo:

- Visibilidade do Estado do Sistema: o sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, através de *feedback* adequado dentro de um prazo razoável;
- Correspondência entre Sistema e Mundo Real: o sistema deve falar o idioma dos usuários, com palavras, frases e conceitos familiares para o usuário;
- Controle e liberdade para o usuário: os usuários muitas vezes escolhem uma função por engano e precisarão de uma “saída de emergência” claramente marcada para deixar o estado indesejado;
- Consistência e Padronização: os usuários não devem ter que se perguntar se diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa;
- Prevenção de Erros: melhor do que boas mensagens de erro é um *design* cuidadoso que impede que um problema ocorra;
- Reconhecimento em vez de memorização: minimize a carga de memória do usuário, tornando visíveis objetos, ações e opções;
- Flexibilidade e eficiência de utilização: muitas vezes pode acelerar a interação para o usuário especializados, de tal forma que o sistema pode servir tanto para usuários inexperientes e experientes;
- *Design* estético e minimalista: os diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias;
- Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros: as mensagens de erro devem ser indicar em linguagem simples e com precisão o problema e sugerir construtivamente uma solução;
- Ajuda e Documentação: mesmo que seja melhor se o sistema pode ser usado sem documentação, pode ser necessário fornecer ajuda e documentação.

Somente por meio de um projeto focado no *design* de interface e usabilidade que sistemas serão construídos de tal forma que favoreçam o seu uso efetivo, priorizando assim os usuários.

3 | SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO DO REFEITÓRIO (SCAR)

O Sistema de Controle de Acesso ao Refeitório (SCAR) (Figura 1) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Zona Leste (IFAM-CMZL) utiliza características únicas dos alunos para identificá-los por meio das impressões digitais, e fará o uso de um leitor biométrico. Dessa forma, o sistema autenticará e autorizará o acesso dos alunos ao refeitório.



Figura 1 – Tela de Menu do SCAR

Fonte: Próprio Autor (2024).

O objetivo do (SCAR) é fornecer um mecanismo que seja funcional e que atenda todas as necessidades dos servidores que trabalham no processo de distribuição e controle das refeições. O Sistema de Controle de Acesso ao Refeitório (SCAR) funcionará da seguinte forma:

- Cadastro dos alunos: O cadastro dos alunos é feito utilizando o número de matrícula, nome, curso, turma e a impressão digital. A captura da impressão digital do aluno, será feita por meio de um leitor biométrico de impressão digital.
- Armazenamento no banco de dados: Todo esse conjunto de dados serão armazenados em um banco de dados, formando uma base de dados que será utilizada para fazer a autenticação e a autorização de cada aluno.
- Identificação e Autenticação: Ao acessar o refeitório, os alunos farão a autenticação por meio da impressão digital e posteriormente seu acesso será liberado.

O Sistema de Controle de Acesso ao Refeitório (SCAR) com biometria de impressão digital é uma solução eficaz e segura para manter o controle de acesso e a contagem dos alunos que farão as refeições.

O diagrama de sequência (Figura 2) apresenta uma visão mais detalhada de como as interações ocorrem em um nível técnico, mostrando a troca de mensagens e a ordem das operações entre os componentes do sistema durante o processo de autenticação e acesso ao refeitório. Esses diagramas são essenciais para entender o fluxo de operações e a lógica por trás do sistema, fornecendo uma base clara e estruturada para o desenvolvimento e a implementação eficaz do protótipo.

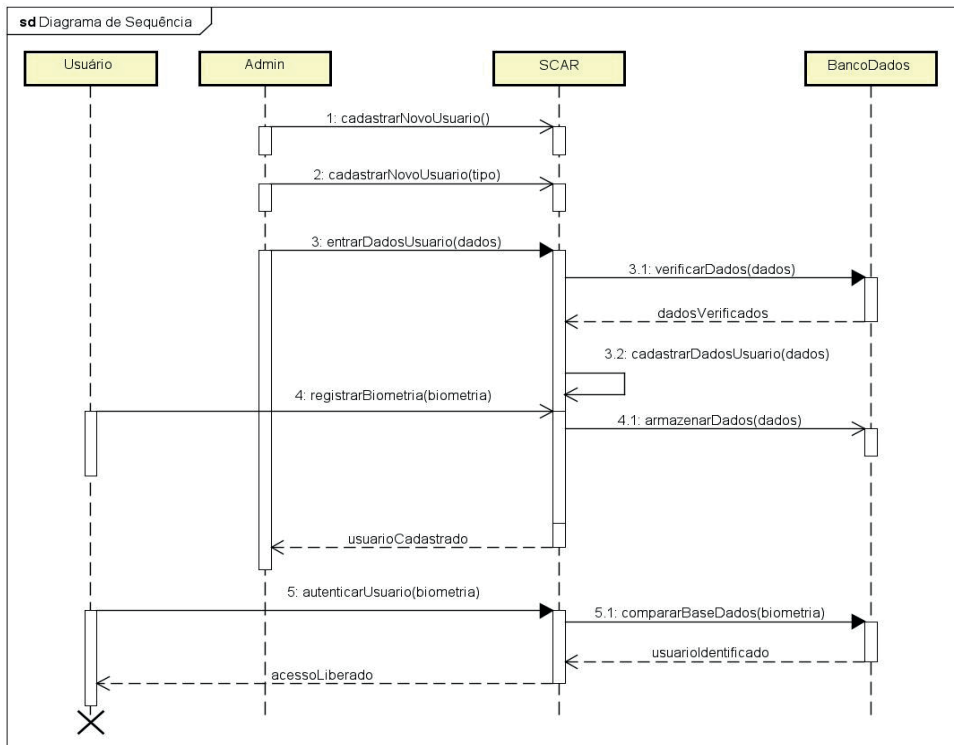


Figura 2 – Diagrama de Sequência.

Fonte: Próprio Autor (2024).

4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A natureza deste estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, cujo objetivo é gerar conhecimentos que possam ser utilizados na prática. De acordo com Cervo e Bervian (2010, p. 65), “na pesquisa aplicada, o pesquisador é impulsionado pela necessidade de contribuir para fins práticos mais ou menos imediatos, buscando soluções para problemas concretos.” A pesquisa aplicada se concentra exclusivamente na aplicação do conhecimento para resolver problemas existentes, sendo, portanto, uma solução específica voltada para contextos práticos e reais.

Em Engenharia de Software, existem algumas formas de prototipação de software, os mais utilizados são protótipo de baixa fidelidade e de alta fidelidade, sendo o último o protótipo escolhido para este trabalho, conhecido por protótipo funcional, pois resulta num produto mais próximo da versão final.

Sendo assim, ressalta-se que o protótipo funcional foi desenvolvido como software web, ou seja, é acessado pelo lado do cliente diretamente de um navegador de internet. O acesso pode ser realizado através de um *Desktop*, e também por um dispositivo Móvel como *Smartphone* ou *Tablet*, pois também é preparado para acesso via dispositivo móvel.

4.1 Tecnologias e Ferramentas aplicadas

O protótipo foi construído a partir de tecnologias e ferramentas específicas para o desenvolvimento de um *software web*. As tecnologias e ferramentas utilizadas para desenvolvimento do protótipo: *HyperText Markup Language (HTML)*, *Cascading Style Sheets (CSS)*, *Bootstrap*, *Javascript (JS)*, *Visual Studio Code*, *XAMPP*, *MySQL*

4.2 Etapas de Desenvolvimento

4.2.1 Levantamento de Requisitos

Para a elaboração deste projeto, primeiro foi feito o levantamento dos requisitos: requisitos funcionais e não funcionais. “O levantamento de requisitos é a etapa do desenvolvimento de sistemas de informação responsável por identificar e modelar as necessidades do negócio a serem atendidas pelos sistemas de informação[...]” (Azevedo JR; Campus, 2008, p. 27).

Os requisitos funcionais estão relacionados às funcionalidades do sistema. “Os requisitos funcionais dizem respeito à definição das funções que um sistema ou um componente de sistema deverá fazer[...]” (Costa, 2018). Os requisitos não funcionais dizem respeito ao comportamento do sistema, ou seja, como o sistema deve se comportar ao entrar em execução. “Os requisitos não funcionais, ao contrário dos funcionais, não expressam nenhuma função a ser realizada pelo software, e sim comportamentos e restrições que este software deve satisfazer” (Cysneiros; Leite, 1997).

4.2.2 Análise e Projeto do Sistema

A arquitetura do sistema (Figura 3) de controle de acesso ao refeitório do IFAM-CMZL é projetada para garantir segurança, eficiência e facilidade de uso. O sistema é composto por quatro principais componentes: o Leitor de Biometria Digital, a Interface Web, o Servidor e o Banco de Dados. O processo começa com o Leitor de Biometria Digital, que captura as impressões digitais dos usuários (alunos e funcionários). Esta informação biométrica é então enviada à Interface Web, onde os dados são inicialmente processados e apresentados aos administradores através de uma interface amigável e intuitiva.

O Servidor atua como o intermediário entre a Interface Web e o Banco de Dados. Ele recebe as informações biométricas e de acesso da Interface Web, verifica e valida os dados de autenticação comparando com as informações armazenadas no Banco de Dados. O Banco de Dados armazena todas as impressões digitais e registros de acesso dos usuários, permitindo a consulta rápida e segura das informações necessárias.

Após a validação bem-sucedida pelo Servidor, o acesso é liberado, e o usuário é autorizado a entrar no refeitório. Essa arquitetura garante que o processo de autenticação

seja rápido, seguro e confiável, minimizando riscos de fraudes e erros, e proporcionando uma experiência de usuário eficiente e satisfatória.

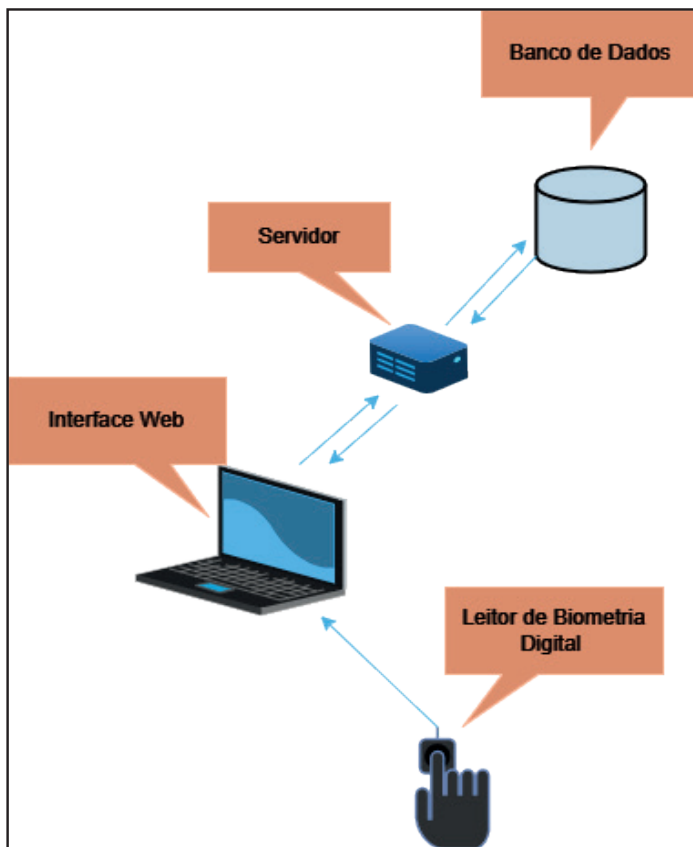


Figura 3 – Arquitetura do Sistema.

Fonte: (Próprio autor)

4.2.3 Implementação

Para a implementação deste sistema foi utilizado tecnologias como: linguagem de programação Java, para desenvolvimento do servidor e lógica de verificação. Banco de Dados relacional MySQL, para armazenar as impressões digitais. SDKs de leitores biométricos, para integração com o leitor de impressões digitais.

4.2.4 Testes Lógicos Internos

Para validar as funcionalidades do sistema, foram feitos teste de precisão e o teste de desempenho.

- Teste de Precisão: será verificado a precisão da correspondência biométrica, e para a realização desse procedimento, será utilizado um conjunto de amostras

de impressões digitais cadastrados no banco de dados para fazer o teste no sistema.

- Teste de Desempenho: será medido o tempo de resposta do sistema durante a verificação e a autenticação do usuário por meio da impressão digital.

4.3 Método

O modelo selecionado para o desenvolvimento do protótipo foi o modelo evolucionário de processo de software conhecido como Prototipação de Pressman. Nesse modelo, a construção do protótipo é uma etapa crucial que ocorre após o projeto da interface do software. Isso permite experimentar diferentes opções de design, identificar problemas e criar um modelo do software a ser implementado, além de facilitar a comunicação entre desenvolvedores e usuários. A Figura 4 ilustra o modelo de Prototipação utilizado.

O modelo é cíclico, permitindo que cada fase seja executada e repetida para diferentes módulos. Dessa maneira, é possível implementar os requisitos mais importantes inicialmente e, ao longo do projeto, incorporar novos requisitos conforme sejam identificados. A característica principal deste modelo é a criação de protótipos do sistema com base nas especificações fornecidas pelo cliente. Esses protótipos são então testados pelo cliente para validar suas funcionalidades (Pressman, 2006).

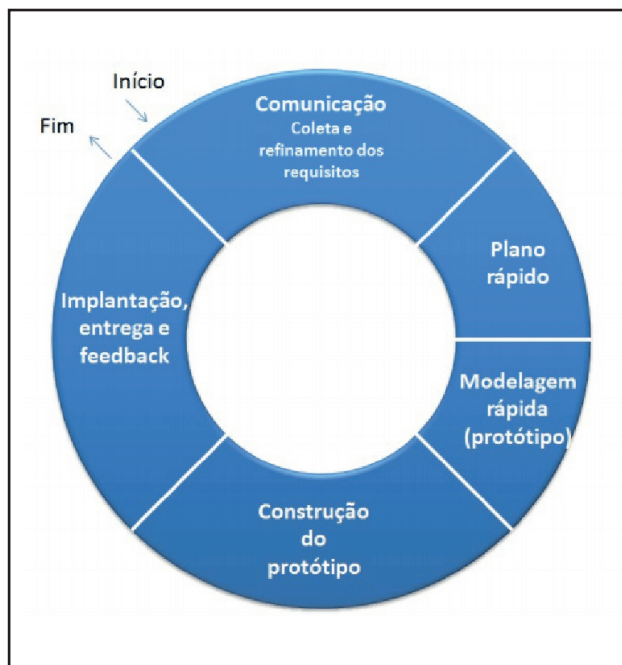


Figura 4 – Arquitetura do Sistema.

Fonte: Pressman (2011).

O paradigma da prototipação de Pressman (Figura 7) auxilia os *stakeholders*, ou seja, os interessados a entenderem melhor a forma como está sendo construído o software, que são as etapas:

- Comunicação: o desenvolvedor e o cliente encontram-se para definirem os objetivos gerais e levantamentos de requisitos do software;
- Plano rápido: esta etapa inicia-se o planejamento do protótipo com base na definição dos requisitos;
- Modelagem rápida: aqui a modelagem do protótipo inicia-se, a partir do layout, botões, cores etc.;
- Construção do Protótipo: a programação do software é feita, porém, nem todas as funcionalidades são implementadas, pois é apenas uma versão para testes e validação;
- Implantação, entrega e feedback: a entrega do protótipo é realizada ao cliente para análise e espera de um feedback para ajustes.

A partir destas etapas, o desenvolvedor avalia se pretende evoluir o protótipo para chegar a versão final, ou iniciar o desenvolvimento a partir do zero até resultar na entrega do software.

Este modelo vem sendo utilizado para construção do protótipo deste trabalho, sendo escolhido porque se adequa à construção de Sistemas WEB, apresentando rapidez na construção de protótipos e pela agilidade dos processos de comunicação e modelagem, importante quando há uma equipe heterogênea que precisa estar a par de cada etapa na construção do produto (Pressman, 2006).

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a conclusão do desenvolvimento do protótipo do Sistema de Controle de Acesso ao Refeitório (SCAR), foram conduzidos testes de precisão e desempenho para verificar a eficácia do sistema. Os resultados obtidos são apresentados a seguir:

5.1 Teste de Precisão

O teste de precisão focou na capacidade do sistema de reconhecer corretamente as impressões digitais cadastradas e liberar o acesso ao refeitório de maneira confiável. Utilizando um conjunto de 50 amostras de impressões digitais cadastradas previamente no banco de dados, o sistema alcançou uma taxa de acerto de 92%. Dos 50 testes realizados, apenas 4 resultaram em falhas na correspondência biométrica, sendo que duas dessas falhas foram atribuídas a erros no cadastramento inicial da impressão digital. As correções necessárias foram aplicadas, melhorando ainda mais a precisão do sistema.

Esses resultados são considerados altamente satisfatórios, dado que sistemas de

controle de acesso por biometria normalmente aceitam uma margem de erro de até 8%. A taxa de 92% indica que o SCAR apresenta um excelente nível de precisão na autenticação de usuários, garantindo segurança e minimizando fraudes.

5.2 Teste de Desempenho

O teste de desempenho avaliou o tempo de resposta do sistema durante o processo de verificação biométrica e autenticação dos alunos. O tempo médio de resposta foi de 2,5 segundos, desde a leitura da impressão digital até a autorização de entrada. Esse tempo está dentro das expectativas para sistemas que envolvem processamento de dados biométricos e consultas em banco de dados em tempo real.

Além disso, em cenários de alta demanda, onde vários alunos tentam acessar o refeitório simultaneamente, o sistema demonstrou uma leve variação no tempo de resposta, atingindo um pico de 3,1 segundos. Esse comportamento foi considerado normal, uma vez que o sistema utilizou algoritmos de otimização no servidor para manter o desempenho estável mesmo sob carga.

5.3 Usabilidade e Satisfação dos Usuários

A implementação do protótipo também incluiu testes de usabilidade, seguindo as heurísticas de Nielsen (1994), que destacam a importância da visibilidade do estado do sistema, prevenção de erros e flexibilidade de uso. A interface foi avaliada por um grupo de 10 usuários, que relataram uma experiência de uso intuitiva e eficiente. Os principais pontos positivos mencionados foram:

Clareza nas instruções: A interface apresentava mensagens claras sobre o status de autenticação, facilitando o entendimento das operações.

Rapidez na resposta: O tempo médio de 2,5 segundos foi considerado satisfatório e não comprometeu a experiência do usuário.

Design minimalista: A interface focou na simplicidade, evitando sobrecarregar os administradores com informações desnecessárias.

Contudo, alguns administradores sugeriram pequenas melhorias, como a inclusão de uma funcionalidade para revisão manual em casos de falhas de autenticação, o que foi considerado para futuras implementações.

6 | CONCLUSÕES

A contribuição deste trabalho é significativa no contexto da gestão de acesso em ambientes educacionais, de tal forma a integrar uma plataforma web não parar melhorar a segurança e a eficiência do controle de acesso, mas também modernizar os processos administrativos, alinhando-se com as tendências atuais de digitalização e automação.

A adoção do SCAR no IFAM-CMZL pode trazer benefícios diretos, tanto em termos de eficiência quanto de segurança. O sistema não só moderniza o controle de acesso ao refeitório, mas também se alinha às tendências de automação e digitalização em instituições educacionais. Com a implementação plena do sistema, espera-se uma redução no número de fraudes relacionadas ao uso indevido do refeitório, além de uma otimização dos recursos humanos, já que o processo de verificação é automatizado.

Embora os testes tenham demonstrado a eficácia do sistema, algumas limitações foram observadas. Por exemplo, em ambientes com alta umidade, como o de Manaus, a qualidade da leitura das impressões digitais pode ser afetada, o que gerou uma pequena margem de erro em alguns casos. Uma possível melhoria seria a incorporação de um sistema de backup, como reconhecimento facial ou o uso de cartões RFID para complementar a autenticação em casos de falha biométrica.

Além disso, para uma futura versão do SCAR, a adição de relatórios analíticos detalhados sobre a frequência de uso do refeitório poderia ser uma funcionalidade útil para os administradores.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D. P. d. J.; CAMPOS, R. d. **Definição de requisitos de software baseada numa arquitetura de modelagem de negócios**. Production, SciELO Brasil, v. 18, p. 26–46, 2008.

BENYON, D. **Interação humano-computador**. 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2011. 442 p.

BOECHAT, G. C. **Proposta de um modelo de arquitetura biométrica para identificação pessoal com estudo da dinâmica da digitação**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

CERVO, A.; BERVIAN, P. **Metodologia Científica**. 5. ed.. ed. Sao Paulo: Prentice Hall, 2010.

COLOMBO, F. J.; NETO, B. B.; BARROS, L. d. J. R. de. **Um estudo sobre a biometria a study on biometrics**. Revista Interface Tecnológica, v. 10, n. 1, p. 37–44, 2013.

COSTA, E. C. da. **A importância da engenharia de requisitos no processo de desenvolvimento de sistemas de informação**. Revista Interface Tecnológica, v. 15, n. 1, p. 203–214, 2018.

CYSNEIROS, L. M.; LEITE, J. C. S. do P. **Definindo requisitos não funcionais**. In: SBC. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software. [S.l.], 1997. p. 49–64.

FURTADO, I. Á. **A biometria em anatomia humana. considerações sobre a evolução do conceito e a actualidade do método**. Médicos Estomatologistas Portugueses, p. 20.

HAYNE, L. A.; WYSE, A. T. de S. **Análise da evolução da tecnologia: uma contribuição para o ensino da ciência e tecnologia**. Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia, v. 11, n. 3, 2018.

JAIN, A. K.; ROSS, A.; PRABHAKAR, S. **An introduction to biometric recognition**. IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, IEEE, v. 14, n. 1, p. 4–20, 2004.

JUNIOR, D. P. d. A.; CAMPOS, R. d. **Definição de requisitos de software baseada numa arquitetura de modelagem de negócios**. Production, SciELO Brasil, v. 18, p. 26–46, 2008. MOREIRA, P. A. T. et al. **Gestão de controlo de acessos**. 2009.

MOREIRA, P. A. T. et al. **Gestão de controlo de acessos**. 2009.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. San Francisco, Calif.: Morgan Kaufmann Publishers, 1994. ISBN 0125184069 9780125184069. Disponível em: <http://www.amazon.de/gp/product/0125184069/ref=oh_details_o02_s00_i00>. 73

PREECE, J. et al. **Human-Computer Interaction**, Addison-Wesley, 1994.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software: Uma abordagem profissional**. 7. ed. Tradução: Ariovaldo Griesi e Mario M. Fecchio. Porto Alegre: AMGH Editora, 2011.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de Software**. 6ª Ed, McGraw-Hill, 2006.

SANTOS, R., **Ergonomização das interação homem-computador**. Abordagem heurística para avaliação da usabilidade de interfaces. Rio de Janeiro: PUC Rio, 2000. (Dissertação de mestrado).

SILVA, I. A. da; VALIM, P. R. O.; BORTOLUZZI, F. **Bioregschool—sistema de registro de frequência escolar com leitura biométrica**. Anais do Computer on the Beach, v. 9, p. 771–780, 2018.

SHACKEL, B., Usability - context, framework, definition, design & evaluation, In: B. Shackel & S. J. Richardson, Eds., **Human Factors for Informatics Usability**, 21-37. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

SOUZA, M. A. de. **A biometria e suas aplicações**. Revista Brasileira de Ciências Policiais, v. 11, n. 2, p. 79–102, 2020.