

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Etec PROFESSOR PEDRO LEME BRISOLLA SOBRINHO

MTec Desenvolvimento De Sistemas

Ana Luiza Defant Mora de Carvalho

Cauã Rocha Eustáquio Pinto

Erick Vinicius Antoniassi de Camargo

Isadora Oliveira

João Victor Mian Valdomiro

SMARTLIQUID

Controle de líquidos inteligente

Ipaussu

2025

Ana Luiza Defant Mora de Carvalho

Cauã Rocha Eustáquio Pinto

Erick Vinicius Antoniassi de Camargo

Isadora Oliveira

João Victor Mian Valdomiro

SmartLiquid

Controle de líquidos inteligente

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas da Etec Prof. Pedro Leme Brisolla Sobrinho, orientado pelo Prof. José Guilherme Pauleti, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Desenvolvimento de Sistemas

Ipaussu

2025

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO SISTEMA.....	4
2.1 Desenvolvimento Do Banco De Dados.....	4
2.1.2 Estrutura No Banco SGBD	5
2.2. Desenvolvimento De Processos	6
2.2.1 Diagramas De UML.....	7
2.2.2 Diagrama De Classe.....	7
2.2.3 Diagrama de Use Case.....	8
3. LISTA DE MATERIAIS.....	20
3.1 Equipamentos e Instrumentos.....	20
3.2 Softwares.....	21
4. DADOS DE INSTALAÇÃO	22
5. OPERAÇÃO/USO	23
6. MANUTENÇÃO E SUPORTE.....	26
7. TREINAMENTO	27
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com o aumento da busca por soluções mais eficientes e práticas no controle de líquidos, surge a necessidade de dispositivos que possam automatizar e facilitar essas tarefas. O problema identificado neste contexto é a dificuldade de monitorar e controlar o abastecimento e a filtragem de líquidos de maneira eficiente, sem a necessidade de constante intervenção humana, o que pode levar a desperdícios ou falhas no processo.

O objetivo principal deste trabalho é um sistema funcional de um controlador de líquidos inteligente, demonstrando a viabilidade de sua aplicação em situações cotidianas, seja em casas ou estabelecimentos comerciais. O projeto também visa explorar a integração de tecnologias para automação e controle a distância, oferecendo um produto mais moderno e adaptado às necessidades do usuário.

Este projeto não só proporciona mais eficiência no gerenciamento de recursos, mas também abrirá portas para soluções mais avançadas e sustentáveis, alinhadas às tendências tecnológicas da automação residencial e comercial.

Este projeto é um sistema funcional de um controlador de líquidos inteligente, que combina a praticidade de um galão com a tecnologia de automação. O sistema será capaz de monitorar, regular e controlar a quantidade de líquido, além de realizar a filtragem de forma automatizada. Para isso, serão utilizados recursos como a linguagem de programação C++ no ESP32, que será responsável pelo controle do sistema e pela comunicação de sinais, além de um website de compra do produto, desenvolvido com HTML, CSS, frameworks, Bootstrap, JavaScript e PHP, com design responsivo. Adicionalmente, um aplicativo mobile será criado para permitir o controle remoto, garantindo maior praticidade e flexibilidade ao usuário.

2. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO SISTEMA

A documentação técnica consiste em um conjunto de informações detalhadas sobre um projeto, sistema ou software. Ela descreve o planejamento, desenvolvimento e implementação do projeto, incluindo requisitos, arquitetura, funcionalidades, diagramas e metodologias utilizadas.

Ela pode conter:

- Requisitos do sistema (funcionais e não funcionais)
- Modelagem (diagramas UML, MER etc.)
- Tecnologias empregadas
- Especificações técnicas
- Manual de operação

2.1 Desenvolvimento Do Banco De Dados

A modelagem do banco de dados foi pensada para representar um sistema de dispensador de líquidos automático. O objetivo principal é gerenciar usuários, administradores, ocorrências no sistema de dispensador e seus acessos, garantindo que apenas usuários com cartão de identificação tenham acesso ao sistema do dispensador.

A modelagem segue a seguinte ideia:

Usuários cadastrados e com autorização possuem nível de acesso e um cartão de identificação

Um cartão de autorização é utilizado para o líquido do recipiente ser dispensado, sem ele, não é possível utilizar o sistema

Quando um cartão de acesso é utilizado e o líquido é dispensado, a ocorrência é gravada no sistema, identificando usuário, hora e as especificações do recipiente.

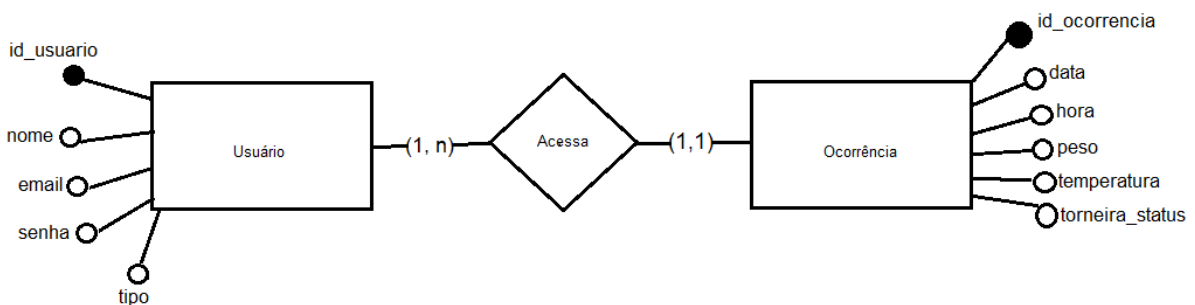
Também é possível um usuário consultar uma ocorrência para coletar informações sobre seu recipiente, como nível de água, temperatura etc.

Os administradores têm acesso a todos usuários e produtos comprados, contendo um nível de acesso maior do que os usuários.

Esses fatores permitem um sistema seguro para monitorar usuários e seus produtos através da modelagem do banco de dados.

2.1.1 Modelo Entidade Relacionamento (MER)

O Modelo Entidade-Relacionamento (MER) é uma das principais ferramentas utilizadas na fase de planejamento de um banco de dados. Ele permite organizar e representar de forma visual como as informações do sistema estão estruturadas, facilitando a identificação das entidades, de seus atributos e dos relacionamentos entre elas. Por meio do MER, é possível compreender a lógica do negócio antes de implementar o banco de dados, garantindo que todas as necessidades do projeto sejam atendidas e evitando erros durante o desenvolvimento. Assim, o MER atua como uma etapa essencial para criar bancos de dados mais coerentes, eficientes e bem planejados.



Fonte: do próprio autor, 2025.

2.1.2 Estrutura No Banco SGBD

Tabela usuário: Salva as informações e dados do usuário que se cadastrar no sistema, também salva o tipo do usuário tem o ID como chave primária.

#	Nome	Tipo	Colação	Atributos	Nulo	Padrão	Comentários	Extra	A
<input type="checkbox"/>	1 id_usuario	int(11)			Não	Nenhum		AUTO_INCREMENT	
<input type="checkbox"/>	2 nome	varchar(40)	utf8mb4_general_ci		Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	3 email	varchar(40)	utf8mb4_general_ci		Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	4 senha	varchar(20)	utf8mb4_general_ci		Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	5 telefone	varchar(20)	utf8mb4_general_ci		Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	6 tipo	enum('usuario', 'admin')	utf8mb4_general_ci		Não	Nenhum			

Fonte: do próprio autor, 2025.

Tabela ocorrência: Armazena a data e a hora que o usuário consultou a ocorrência, guarda os status da torneira e suas informações, peso, temperatura etc. Salva o ID do usuário que gerou e tem seu próprio ID como chave primária.

#	Nome	Tipo	Colação	Atributos	Nulo	Padrão	Comentários	Extra	A
<input type="checkbox"/>	1 id_ocorrencia	int(11)			Não	Nenhum		AUTO_INCREMENT	
<input type="checkbox"/>	2 data	varchar(10)	utf8mb4_general_ci		Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	3 hora	varchar(10)	utf8mb4_general_ci		Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	4 peso	double(6,2)			Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	5 temperatura	int(11)			Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	6 proximidade	int(11)			Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	7 torneira_status	bit(1)			Não	Nenhum			
<input type="checkbox"/>	8 id_usuario	int(11)			Não	Nenhum			

Fonte: do próprio autor, 2025.

2.2. Desenvolvimento De Processos

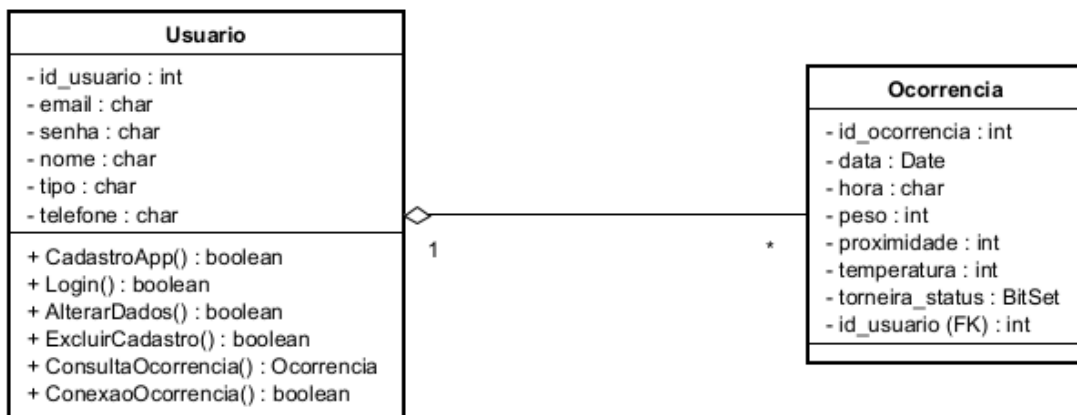
O desenvolvimento de processos tem como objetivo mapear e estruturar as atividades que compõem o funcionamento do sistema, garantindo que todas as etapas operacionais estejam bem definidas e alinhadas com os requisitos do projeto. A partir desse mapeamento, é possível visualizar o fluxo de execução das funcionalidades, identificar possíveis gargalos e propor melhorias que otimizem a interação entre os usuários e o sistema.

2.2.1 Diagramas De UML

A UML é uma linguagem padrão utilizada na engenharia de software para a modelagem de sistemas orientados a objetos. Por meio de uma série de diagramas gráficos, a UML permite visualizar a estrutura, o comportamento e as interações de um sistema antes mesmo de sua implementação. Esses diagramas auxiliam na comunicação entre os membros da equipe de desenvolvimento, bem como na documentação técnica do projeto.

2.2.2 Diagrama De Classe

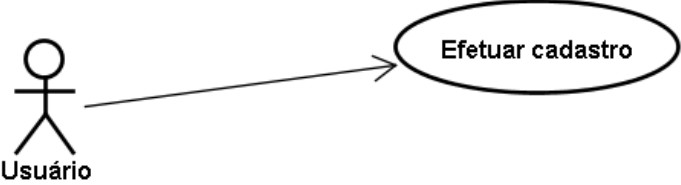
Os diagramas de classe são as cópias do sistema ou subsistema. Você pode utilizar os diagramas de classe para modelar os objetos que compõem o sistema, para exibir os relacionamentos entre os objetos e para descrever o que esses objetos fazem e os serviços que eles fornecem.



Fonte: do próprio autor, 2025.

2.2.3 Diagrama de Use Case

O diagrama de caso de uso descreve a funcionalidade proposta para um novo sistema que será projetado, é uma excelente ferramenta para o levantamento dos requisitos funcionais do sistema.

Número do Caso de Uso UC - 01	
Use Case: Efetuar cadastro	
Atores Usuário	
Diagrama:  <pre> graph LR U[Usuário] --> UC((Efetuar cadastro)) </pre>	
Cenário Principal <ol style="list-style-type: none"> 1. Cliente solicita tela de cadastro 2. Sistema exibe tela de cadastro 3. Cliente preenche dados de cadastro 4. Sistema valida dados do cliente 5. Sistema informa "Cadastro com Sucesso" 	Cenário Alternativo <ol style="list-style-type: none"> 4a. Sistema invalida dados do cliente 4b. Sistema informa "Inserir dados corretamente" 4c. Sistema retorna ao passo 3 4.1 Usuário já possui cadastro
Inclusão (includes)	
Extensões (extend)	

Fonte: do próprio autor, 2025.

Número do Caso de Uso UC - 02	
Use Case: Efetuar login	
Atores Usuário	
Diagrama: <pre> graph LR U[Usuário] --> UC((Efetuar Login)) </pre> <p>The diagram shows a stick figure actor labeled 'Usuário' on the left. A horizontal arrow points from the actor to an oval use case labeled 'Efetuar Login' on the right.</p>	
Cenário Principal 1. Cliente solicita tela de login 2. Sistema exibe tela de login 3. Cliente preenche dados de login 4. Sistema valida dados do cliente 5. Sistema informa "Login correto" 6. Sistema abre tela inicial	Cenário Alternativo 4.1 Usuário não é cadastrado no sistema 4.1.2 Sistema informa que o usuário não é cadastrado 4.1.3 Sistema retorna ao passo 3
Inclusão (includes) Efetuar cadastro	
Extensões (extend)	

Fonte: do próprio autor, 2025.

Número do Caso de Uso UC - 03	
Use Case: Consultar ocorrência	
Atores Usuário	
Diagrama: <pre> graph LR U[Usuário] --> UC((Consultar Ocorrências)) </pre> <p>The diagram shows a stick figure actor labeled 'Usuário' on the left. An arrow points from the actor to an oval use case labeled 'Consultar Ocorrências' on the right.</p>	
Cenário Principal 1. Cliente solicita ocorrência de seu produto. 2. Sistema exibe tela com lista de ocorrências	Cenário Alternativo 1.1 Cliente não possui o produto torneira para consultar. 2.1 Cliente ainda não registrou nenhuma ocorrência
Inclusão (includes) Efetuar login Possuir produto	
Extensões (extend)	

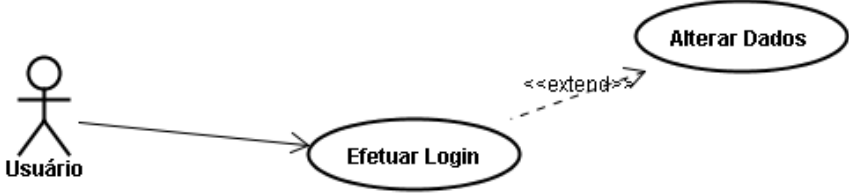
Fonte: do próprio autor, 2025.

Número do Caso de Uso UC - 04	
Use Case: Registrar ocorrência	
Atores Usuário	
Diagrama:	
<pre> graph LR U[Usuário] --> CO((Consultar Ocorrências)) CO -.-> <<extend>> RO((Registrar ocorrência)) </pre>	
Cenário Principal	Cenário Alternativo
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cliente solicita tela de consulta 2. Sistema exibe tela de consulta 3. Cliente solicita registro de ocorrência 4. Sistema registra ocorrência e status da torneira 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 Cliente não possui o produto torneira para consultar.
Inclusão (includes) Cliente precisa possuir um produto	
Extensões (extend)	

Fonte: do próprio autor, 2025.

Número do Caso de Uso UC - 05	
Use Case: Excluir cadastro	
Atores Usuário	
Diagrama:	
<pre> graph LR U[Usuário] --> E(Efetuar Login) E -.-> <<extend>> C(Excluir Cadastro) </pre>	
Cenário Principal	Cenário Alternativo
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cliente solicita exclusão de cadastro. 2. Sistema solicita confirmação de exclusão. 3. Cliente confirma exclusão. 4. Sistema exclui seu cadastro. 	<ol style="list-style-type: none"> 3.1 Cliente não confirma exclusão 3.2 Cliente retorna ao passo 1
Inclusão (includes) Cliente precisa estar logado	
Extensões (extend)	

Fonte: do próprio autor, 2025.

Número do Caso de Uso UC - 06	
Use Case: Alterar dados	
Atores Usuário	
Diagrama: 	
Cenário Principal 1. Cliente solicita tela de alteração de dados 2. Sistema exibe tela de alteração de dados e os campos a alterar 3. Cliente altera campos que deseja alterar 4. Cliente confirma alteração de dados 5. Sistema altera os dados do cliente	Cenário Alternativo 3.1 Cliente não altera os dados 4.1 Cliente cancela alteração de dados
Inclusão (includes) Cliente precisa estar logado	
Extensões (extend)	

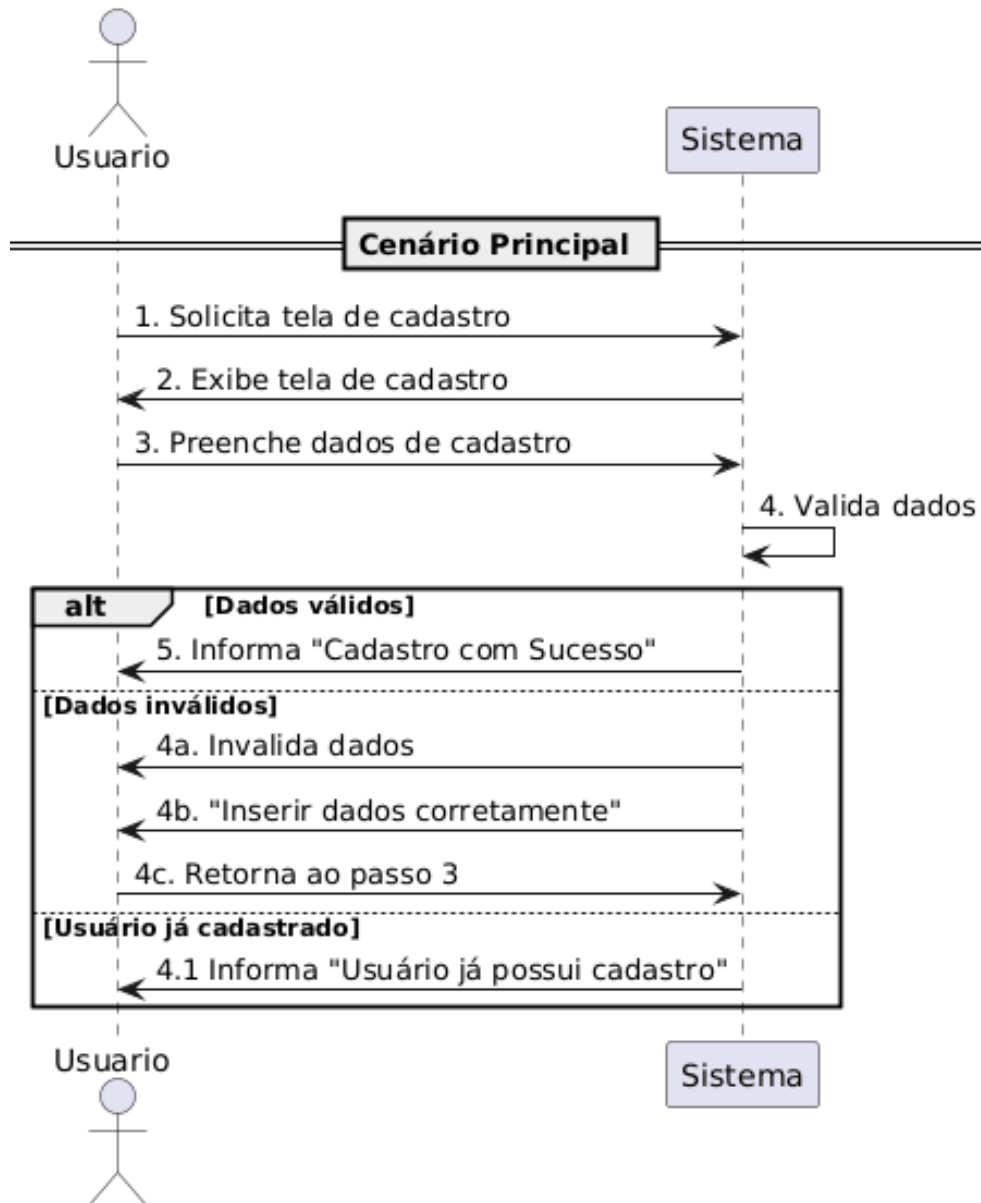
Fonte: do próprio autor, 2025.

2.2.4 Diagrama de sequência

Um diagrama de sequência é um diagrama (UML) que ilustra a sequência das mensagens entre objetos em uma interação. Um diagrama de sequência consiste em um grupo de objetos representados por linhas de vida e as mensagens que eles trocam durante a interação.

Cadastro de Usuário: Usuário digita e-mail e senha para cadastro, o sistema verifica se não possui outros dados iguais já cadastrados, se não ele adiciona os novos dados no banco e disponibiliza a área de login e o sistema.

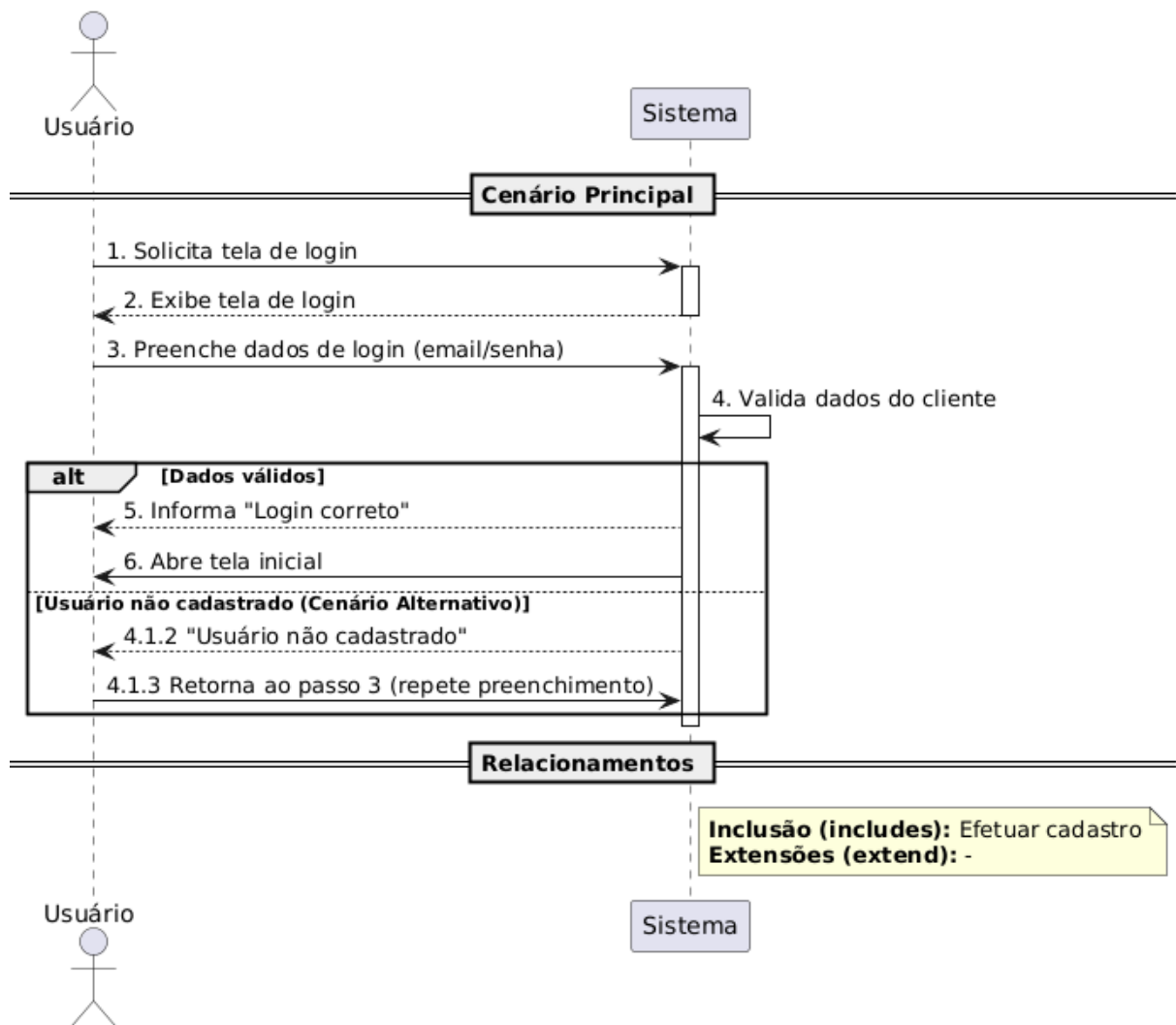
Diagrama de Sequência - UC-01: Efetuar Cadastro



Fonte: do próprio autor, 2025.

Login de Usuário: Usuário digita e-mail e senha para login, o sistema verifica se os dados estão corretos e se o usuário já está cadastrado, se não ele informa um erro e limpa os campos para preenchimento

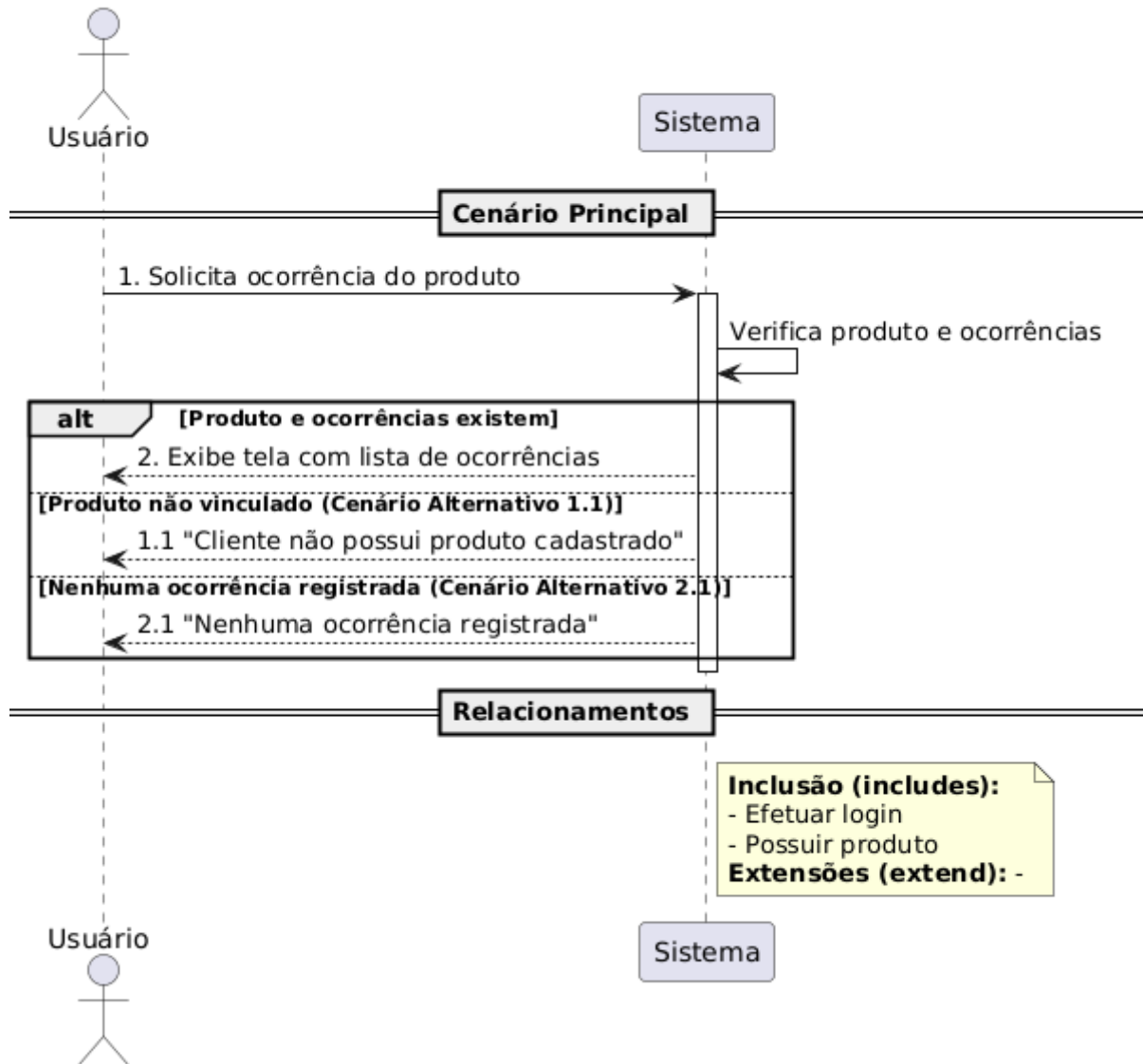
UC-02: Efetuar Login (Diagrama de Sequência)



Fonte: do próprio autor, 2025.

Consultar ocorrência: Usuário acessa área de consulta de ocorrências no sistema e a solicita, o sistema exibe a lista das ocorrências que o usuário gerou, caso não tenha, nada é listado.

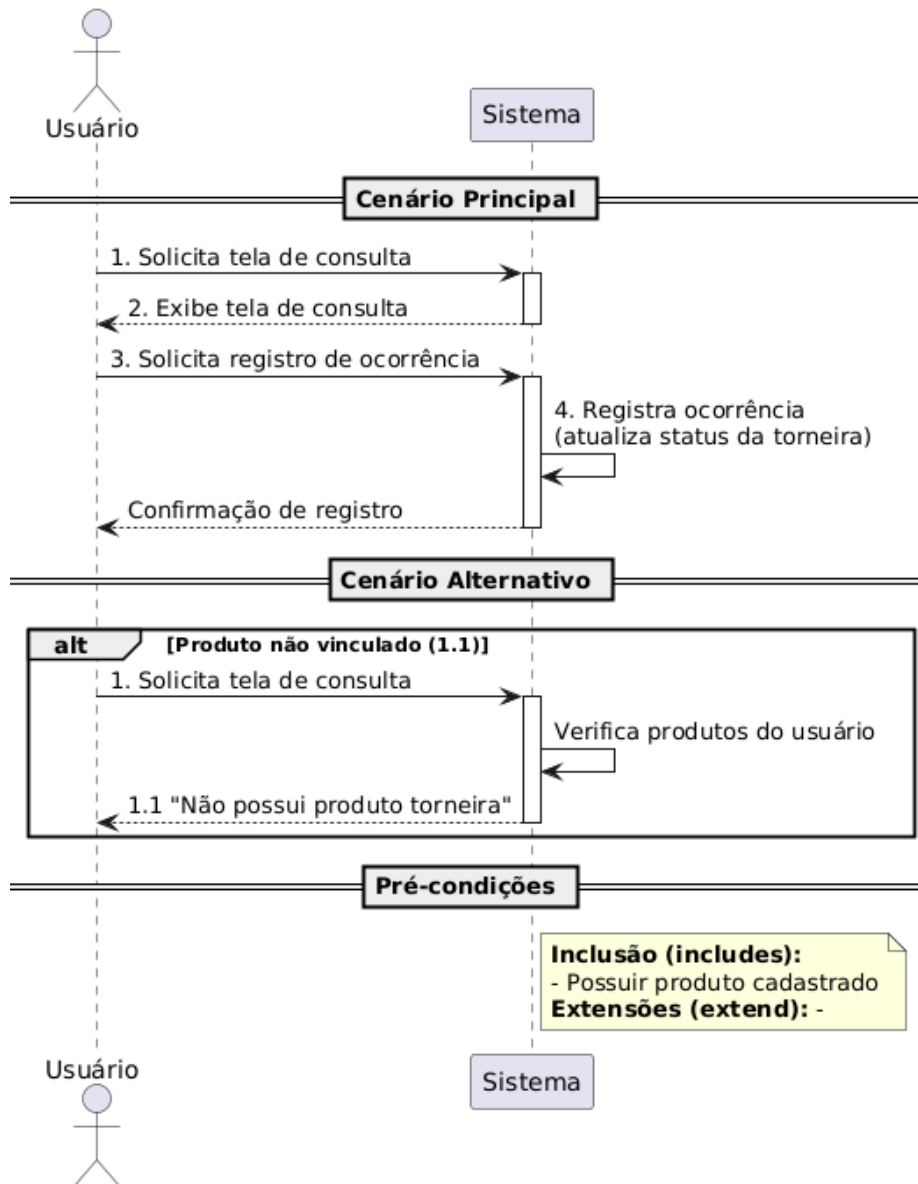
UC-03: Consultar Ocorrência (Diagrama de Sequência)



Fonte: do próprio autor, 2025.

Registrar ocorrência: Usuário acessa área de consulta de ocorrências no sistema e a solicita o registro dela, o sistema gera ocorrência do produto do usuário, caso tiver.

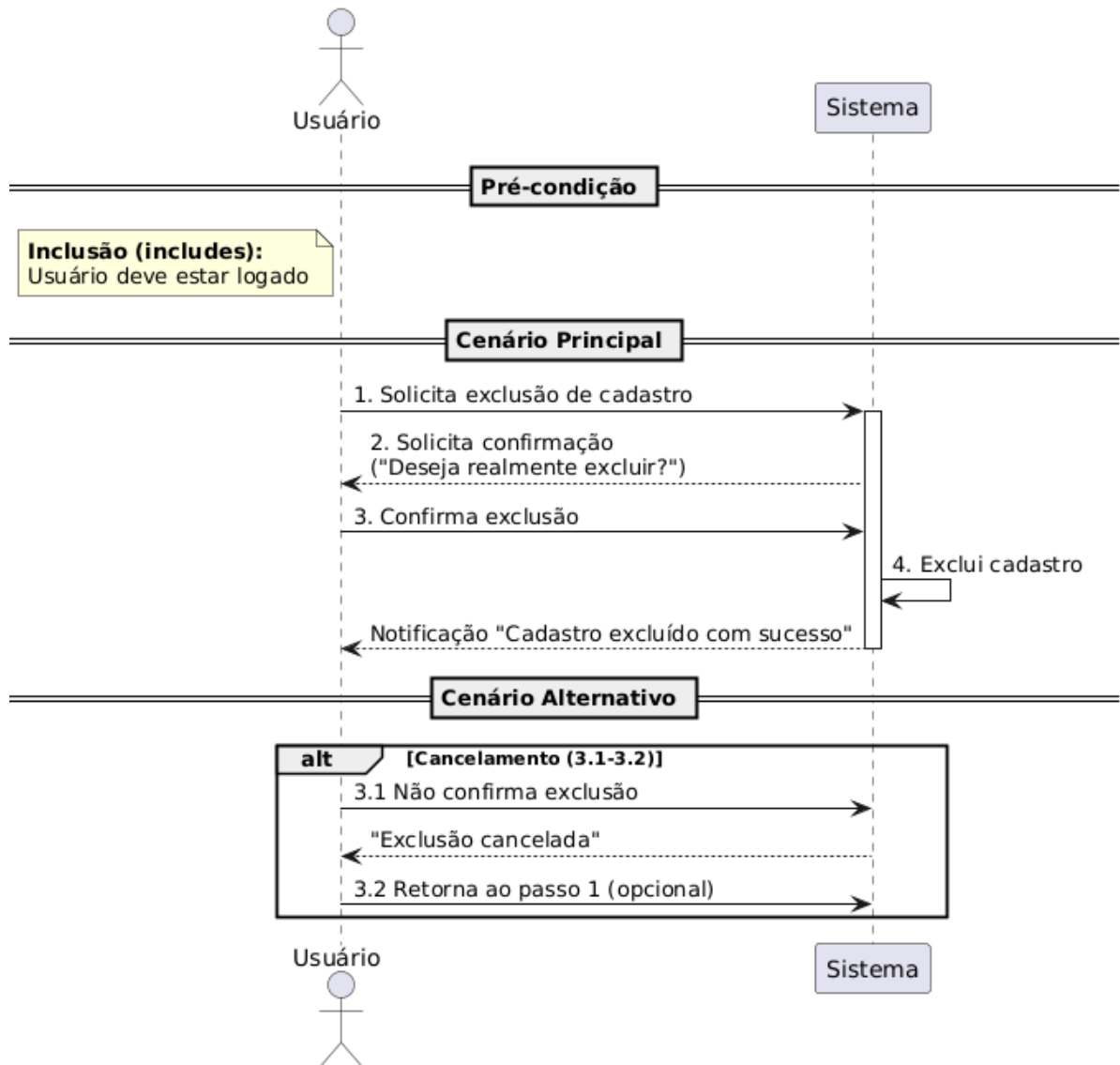
UC-04: Registrar Ocorrência (Diagrama de Sequência)



Fonte: do próprio autor, 2025.

Exclusão de cadastro: Usuário acessa perfil e área de exclusão de seu cadastro, caso confirme, seu cadastro é excluído do sistema.

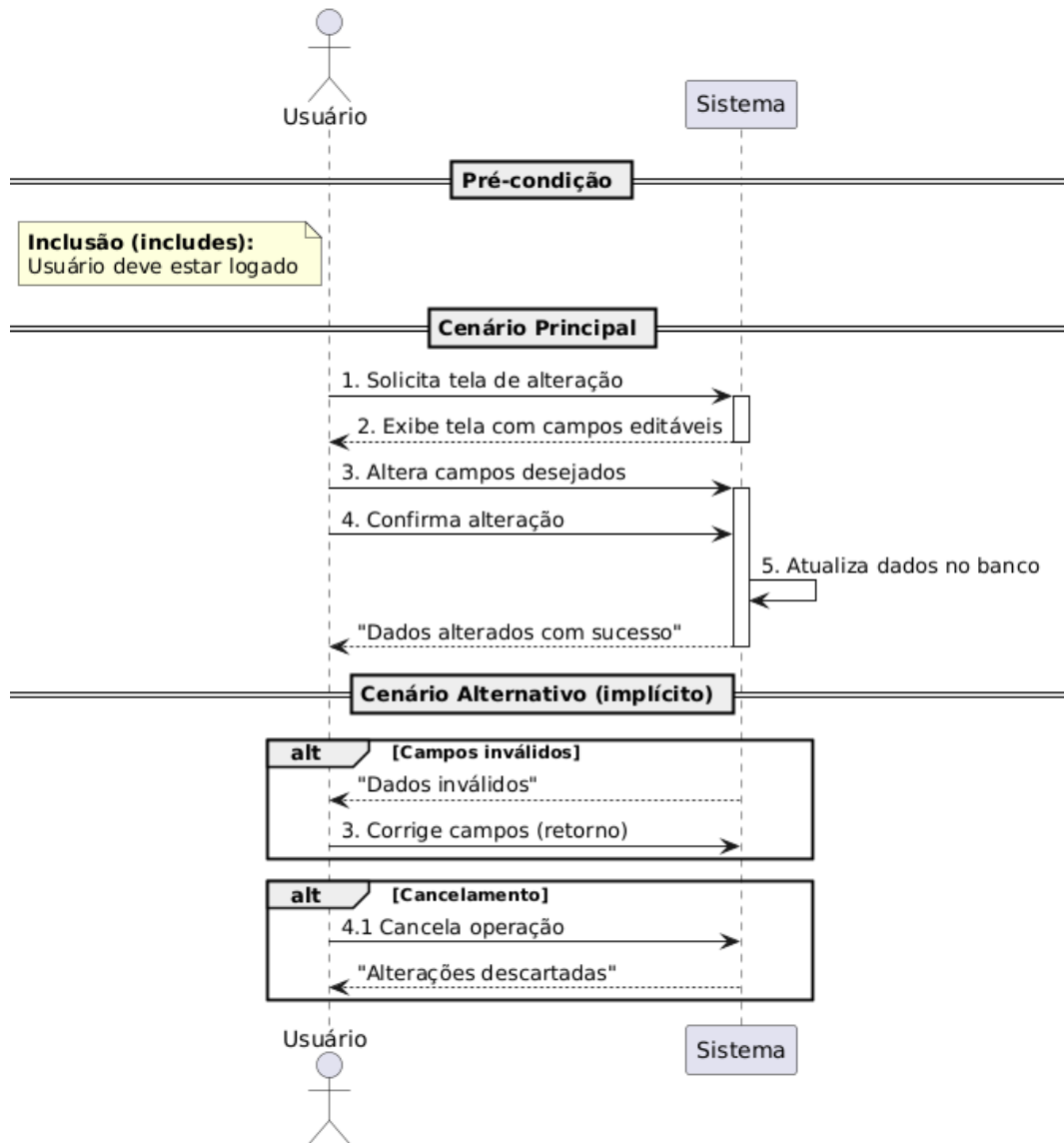
UC-05: Excluir Cadastro (Diagrama de Sequência)



Fonte: do próprio autor, 2025.

Alteração de dados: Usuário acessa perfil e área de alteração de seus dados, altera os campos que deseja e confirma, após a confirmação seus dados do sistema são alterados.

UC-06: Alterar Dados (Diagrama de Sequência)



Fonte: do próprio autor, 2025.

3. LISTA DE MATERIAIS

A Lista de Materiais deve incluir não apenas os componentes de software, como linguagens e ferramentas necessárias, mas também aspectos relacionados ao hardware, como servidores, dispositivos de armazenamento e requisitos de rede. Cada item listado deve conter informações detalhadas, como versão, especificações técnicas e links para download ou aquisição, quando aplicável.

3.1 Equipamentos e Instrumentos

ESP-32 Wroom-32:

Microcontrolador com Wi-Fi e Bluetooth usado para automação e projetos IoT;

Placa de integração de componentes (Placa de fenolite):

Placa rígida usada para soldar componentes e montar circuitos permanentes;

Sensor de temperatura digital – Ds18B20:

Sensor digital que mede temperatura com precisão em ambientes ou líquidos;

Teclado Matricial Rígido 16 Teclas 4x4:

Teclado com 16 teclas usado para inserir números, senhas e comandos;

Minibomba D'água Submersa – Jt100:

Bomba submersa pequena usada para circulação ou transferência de água;

Sensor de nível de água - HR150:

Sensor que detecta o nível da água em tanques ou reservatórios;

Servo motor – SG90:

Motor de pequeno porte que gira em ângulos controlados para movimentos precisos;

3.2 Softwares

Arduino IDE;

Ambiente usado para programar placas Arduino.

PCB Wizard;

Software para criar e editar placas de circuito impresso.

Visual Studio Code;

Editor de código leve e versátil para várias linguagens.

XAMPP;

Pacote que simula um servidor local com Apache, PHP e MySQL.

Astah UML;

Ferramenta para criar diagramas UML e modelar sistemas.

4. DADOS DE INSTALAÇÃO

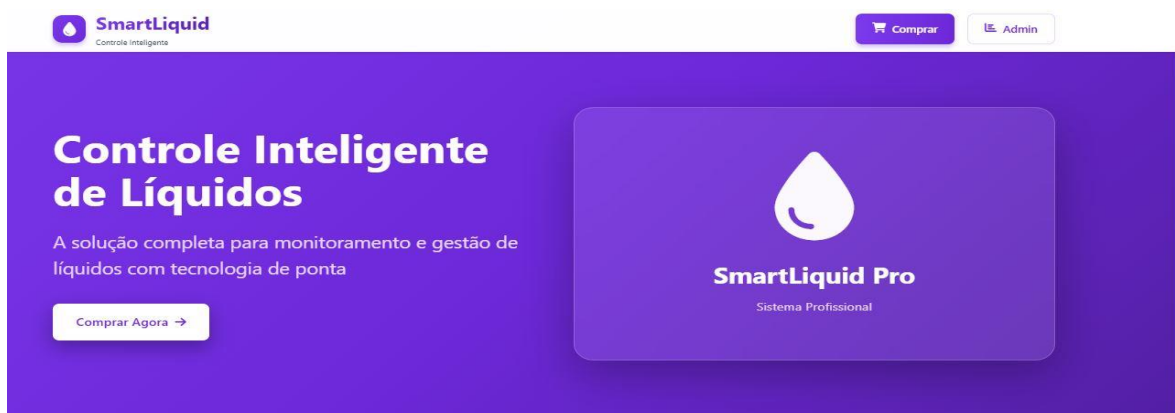
Para instalar e executar o sistema, o usuário precisa apenas ter um navegador atualizado e instalar o XAMPP, que fornece o ambiente necessário para rodar PHP e MySQL. Primeiro, é preciso baixar o XAMPP no site oficial e realizar a instalação padrão. Após isso, o usuário deve abrir o painel do XAMPP e iniciar os serviços Apache e MySQL, que são responsáveis por interpretar o código PHP e gerenciar o banco de dados.

Com os serviços ativos, os arquivos do sistema devem ser colocados na pasta htdocs, localizada dentro da instalação do XAMPP. Em seguida, o usuário acessa o phpMyAdmin pelo navegador (digitando localhost/phpmyadmin) para criar ou importar o banco de dados utilizado pelo sistema. Depois que o banco estiver configurado, basta abrir o navegador e acessar localhost/nome_do_sistema para iniciar a aplicação.

Assim, a instalação é simples: baixar o XAMPP, ativar Apache e MySQL, colocar os arquivos na pasta correta, importar o banco e acessar o sistema pelo navegador.

5. OPERAÇÃO/USO

Página inicial do site.



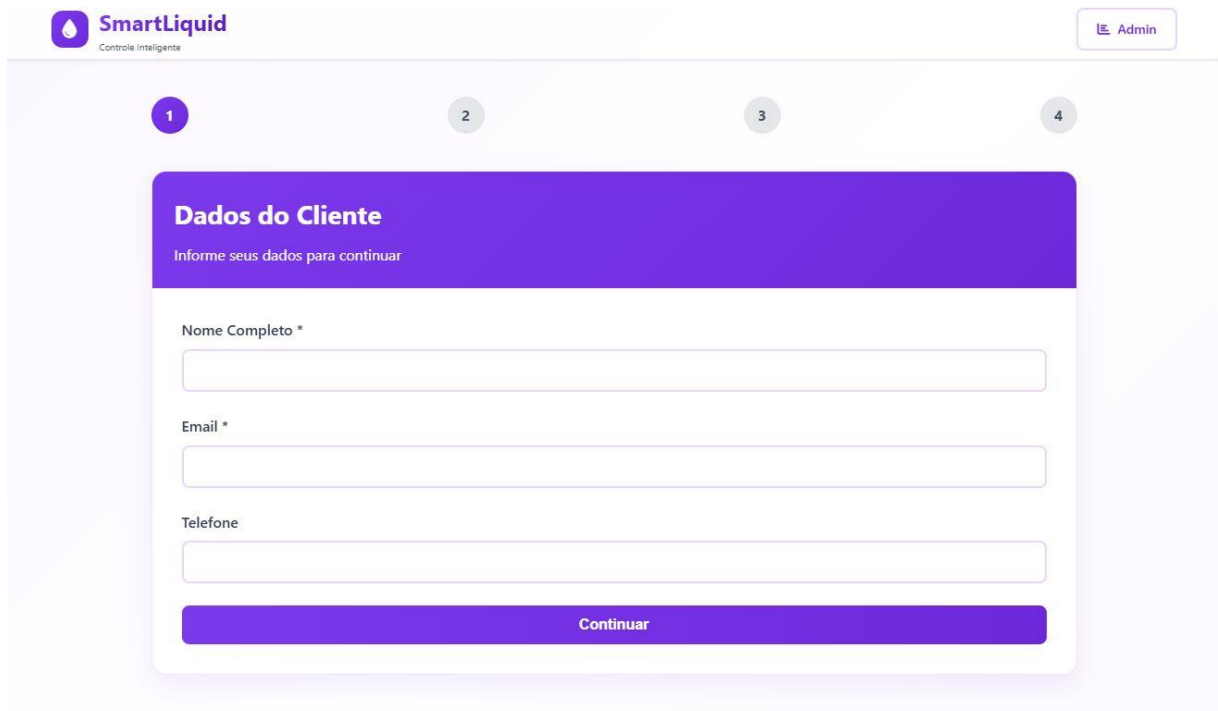
Recursos Avançados

Tudo que você precisa para controlar seus líquidos



Fonte: do próprio autor, 2025.

Página de compra - o usuário deve colocar suas credenciais.



Fonte: do próprio autor, 2025.

Página de compra - o usuário deve colocar seus funcionários.

The screenshot shows the 'Funcionários' (Employees) page in the SmartLiquid system. The page has a purple header with the title 'Funcionários' and the subtitle 'Cadastre os funcionários que vão operar o sistema'. Below the header, there are two input fields: 'Nome *' and 'Função *'. A button labeled '+ Adicionar Funcionário' is positioned below the input fields. At the bottom of the form, there are two buttons: 'Voltar' (Back) and 'Continuar' (Continue). The page also features a navigation bar at the top with four steps, where step 1 is highlighted. The SmartLiquid logo and 'Admin' user information are visible in the top left and right corners, respectively.

Fonte: do próprio autor, 2025.

Página de compra - o usuário deve configurar seu sistema.








The screenshot shows the 'Configuração do Sistema' (System Configuration) page in the SmartLiquid system. The page has a purple header with the title 'Configuração do Sistema' and the subtitle 'Configure as especificações do seu sistema'. Below the header, there are two input fields: 'Líquido por Operação (ml) *' and 'Quantidade Total (litros) *'. Underneath, there is a section titled 'Sensores *' with a list of sensor options, each with a checkbox: 'Sensor de Temperatura', 'Sensor de Água', 'Sensor de pH', 'Sensor de Turbidez', 'Sensor Ultrassônico', and 'Sensor de Pressão'. At the bottom of the form, there are two buttons: 'Voltar' (Back) and 'Continuar' (Continue). The page also features a navigation bar at the top with four steps, where step 3 is highlighted. The SmartLiquid logo and 'Admin' user information are visible in the top left and right corners, respectively.

Fonte: do próprio autor, 2025.

Página do administrador recebendo o pedido da compra.

Eventos do Sistema		Pedidos					
Pedidos Realizados							
ID	CLIENTE	EMAIL	FUNCIONÁRIOS	SENSORES	VALOR	STATUS	DATA
#1	João Silva	joao@example.com	2	3	R\$ 3.950,00	Pending	24/10/2025

Página de monitoramento - exibindo os dados e quem realizou.

Eventos do Sistema		Pedidos					
SmartLiquid <small>Controle Inteligente</small>							
						Comprar	Início
Painel Administrativo							
 3 Total de Eventos	 0 Vazamentos	 1 Manutenções	 23.9°C Temp. Média				
Histórico de Eventos							
ID	DATA/HORA	USUÁRIO	OPERAÇÃO	TEMPERATURA	PESO	STATUS	
#3	14/11/2025 00:41	Maria	Finalizar	21.3°C	3.00g	 Vazamento	
#2	14/11/2025 00:41	Maria	Manutencao	25.0°C	3.00g	 Vazamento	
#1	14/11/2025 00:39	Kant	Retirada	25.6°C	2.90g	 Vazamento	

Fonte: do próprio autor, 2025.

6. MANUTENÇÃO E SUPORTE

A manutenção do sistema envolve procedimentos preventivos e corretivos que garantem o funcionamento seguro e eficiente do equipamento. Como o sistema utiliza componentes eletrônicos, sensores de nível e temperatura, motor de trava de segurança e módulos de controle, as intervenções devem ser realizadas por profissionais capacitados, assegurando conformidade com as normas técnicas.

O acesso ao modo de manutenção é feito pela tecla B, que exige a validação de uma senha técnica. Após a autenticação, o sistema libera a trava de segurança, permitindo ao técnico realizar inspeções, limpeza, verificação de conexões, testes dos sensores, avaliação do motor e checagem da minibomba d'água. Ao concluir o processo, o técnico deve acionar a tecla C, que restabelece a trava e retorna o sistema ao modo operacional normal.

O suporte ao usuário é oferecido pelo fornecedor, principalmente por meio de atendimento telefônico, fornecendo orientações, esclarecimentos e auxílio em diagnósticos básicos. Quando necessário, o suporte encaminha o usuário para manutenção presencial ou assistência especializada.

Em casos de falhas — como erros de senha, inconsistências nos sensores, travamento do motor ou interrupções na liberação do líquido — recomenda-se contatar o suporte autorizado. O sistema também pode bloquear temporariamente após tentativas incorretas de senha, exigindo intervenção técnica para reativação. Essas medidas garantem segurança, preservam o equipamento e asseguram seu funcionamento conforme o projeto.

7. TREINAMENTO

O treinamento do usuário é fundamental para garantir o uso correto, seguro e eficiente do sistema. Após a instalação do equipamento, o operador recebe um manual de instruções completo, contendo orientações detalhadas sobre os procedimentos de operação, segurança, configurações básicas e identificação de possíveis falhas. Esse material serve como referência para consulta diária e suporte durante o uso do sistema.

O treinamento inicial tem como objetivo apresentar o funcionamento das teclas de operação, especialmente os processos relacionados à liberação do líquido e ao controle de acesso por senha. O usuário é instruído sobre a importância da confidencialidade de sua senha pessoal e orientado quanto às ações permitidas dentro do sistema, evitando usos inadequados que possam comprometer a integridade do equipamento.

Além disso, o treinamento aborda os procedimentos relacionados ao modo de manutenção, destacando que esse recurso é destinado exclusivamente a técnicos autorizados. São apresentadas as situações em que o usuário deve interromper o uso do equipamento e acionar o suporte, como sinais de falhas em sensores, mensagens de erro ou comportamento anormal dos componentes.

O usuário também recebe orientações sobre boas práticas operacionais, incluindo cuidados com o recipiente de coleta do líquido, prevenção de contaminação, limpeza externa do equipamento e regras básicas de segurança. Essas instruções contribuem para prolongar a vida útil do sistema e reduzir a ocorrência de falhas.

Por fim, o treinamento reforça os canais de suporte disponíveis, incluindo o atendimento telefônico oferecido pelo fornecedor. Dessa forma, o usuário possui todas as informações necessárias para operar o equipamento com autonomia e segurança, maximizando o desempenho do sistema e garantindo a conformidade com os parâmetros definidos no projeto.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do **Smart Liquid** demonstrou a viabilidade técnica e prática de um sistema inteligente capaz de monitorar, controlar e automatizar processos relacionados ao armazenamento e ao consumo de líquidos. A partir da integração entre hardware e software — envolvendo sensores, atuadores, ESP32, comunicação remota e uma plataforma web e mobile — foi possível comprovar que tecnologias acessíveis podem solucionar de maneira eficiente problemas comuns no gerenciamento de recursos hídricos e líquidos em ambientes domésticos e comerciais.

O sistema construído permitiu o acompanhamento em tempo real de variáveis essenciais, como nível e temperatura, além do acionamento automático de processos como abastecimento e filtragem. Esses resultados evidenciam não apenas a funcionalidade do protótipo, mas também seu potencial para aplicações práticas, contribuindo para maior economia, segurança e autonomia do usuário.

Além disso, o projeto reforça a importância da automação e da Internet das Coisas (IoT) como ferramentas para modernizar sistemas tradicionais. A utilização do ESP32, aliada ao desenvolvimento de uma interface web responsiva e a previsão de um aplicativo mobile, amplia as possibilidades de expansão e personalização do sistema, tornando-o adaptável às necessidades de diferentes cenários de uso.

Portanto, conclui-se que o Smart Liquid cumpre seu objetivo principal ao apresentar uma solução inovadora, funcional e alinhada às tendências tecnológicas atuais. O projeto abre portas para evoluções futuras, como integração com assistentes virtuais, uso de algoritmos preditivos, sistemas de alerta mais avançados e funcionalidades voltadas à sustentabilidade. Dessa forma, evidencia-se que iniciativas desse tipo têm grande potencial para transformar e otimizar o controle de recursos em um contexto cada vez mais conectado e automatizado.