

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

Arthur Sebastian Guarniz de Castro - 24795528

Gustavo Lieb Figueira - 24023376

Igor Kenzo Martins Sebata - 24798050

Nathalia Alecio - 24795510

Thiago Ryuji Ogawa - 24024450

RELATÓRIO DE PROJETO:

Sistema de Monitoramento de Sustentabilidade

CAMPINAS

2025

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
ESCOLA POLITÉCNICA
ENGENHARIA DE SOFTWARE

Arthur Sebastian Guarniz de Castro - 24795528

Gustavo Lieb Figueira - 24023376

Igor Kenzo Martins Sebata - 24798050

Nathalia Alecio - 24795510

Thiago Ryuji Ogawa - 24024450

RELATÓRIO DE PROJETO:

Sistema de Monitoramento de Sustentabilidade

Relatório de projeto de sistema, apresentado no componente curricular Projeto Integrador I, do Curso de Engenharia de Software, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. André Mendeleck

CAMPINAS

2025

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVA	2
3. OBJETIVOS	3
3.1. OBJETIVO GERAL	3
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4. ESCOPO	4
5. NÃO ESCOPO	5
6. REQUISITOS FUNCIONAIS	6
7. REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	22
8. CASOS DE USO	24
9. METODOLOGIA APLICADA AO PROJETO	26
10. ACOMPANHAMENTO DA GESTÃO DO PROJETO	28
11. CRONOGRAMA	29
12. PREMISSAS	30
13. RESTRIÇÕES	32
14. PRINCIPAIS TELAS DO SISTEMA, DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO:	34
15. CRIPTOGRAFIA E DESCRIPTOGRAFIA DE DADOS	42
15.1. CRIPTOGRAFIA	42
15.2. DESCRIPTOGRAFIA	42
16. PARÂMETROS	43
17. PONDERAÇÕES	45
18. ESTATÍSTICA	47
19. AÇÕES	48
20. RECOMPENSAS	49
21. MODELAGEM DO BANCO DE DADOS	50
22. CONCLUSÃO	51
22.1. RESULTADOS OBTIDOS	51
22.2. SUGESTÕES DE MELHORIA	52
23. REFERÊNCIAS	53

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem se tornado um dos temas mais urgentes na atualidade, uma vez que o crescimento populacional e o consumo excessivo de recursos naturais estão impactando significativamente o meio ambiente. Para lidar com esses desafios, é essencial que indivíduos e comunidades adotem práticas mais sustentáveis em seu cotidiano.

Nesse contexto, o Sistema de Monitoramento de Sustentabilidade Pessoal surge como uma ferramenta que irá auxiliar os usuários a acompanharem seus hábitos de consumo e adotarem medidas mais conscientes. O sistema visa monitorar indicadores fundamentais da sustentabilidade pessoal, como consumo de energia elétrica, consumo de água, geração de resíduos não recicláveis e uso de transporte.

Por meio da coleta e análise desses dados, os usuários podem compreender melhor seu impacto ambiental e tomar decisões mais informadas para reduzi-lo. Além disso, a plataforma pode servir como um meio de conscientização, incentivando mudanças de hábitos que beneficiam tanto o meio ambiente quanto a economia pessoal.

2. JUSTIFICATIVA

A implementação de um Sistema de Monitoramento de Sustentabilidade Pessoal é justificada pela necessidade crescente de soluções que auxiliem a sociedade a enfrentar desafios ambientais. O desperdício de recursos naturais e a emissão excessiva de poluentes são problemas que afetam diretamente a qualidade de vida e o equilíbrio ecológico do planeta. Ao fornecer dados concretos sobre o consumo de recursos, o sistema capacita os usuários a adotarem medidas corretivas, contribuindo para a redução do impacto ambiental.

Essa proposta está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente o **ODS 12 - Consumo e Produção Sustentáveis**, que incentiva a redução do desperdício de recursos naturais e a adoção de práticas mais eficientes. Além disso, está diretamente relacionada ao **ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima**, que destaca a importância da redução das emissões de CO₂ e do uso de energias limpas e transportes sustentáveis.

Portanto, o desenvolvimento deste sistema não apenas promove a eficiência no uso dos recursos, mas também estimula uma cultura de sustentabilidade, permitindo que pequenos ajustes cotidianos resultem em grandes impactos positivos no longo prazo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um software de monitoramento de sustentabilidade pessoal para reduzir os impactos ambientais individuais, promover a educação ambiental e classificar os usuários de acordo com seu desempenho sustentável.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar um sistema de coleta de dados que permita o monitoramento do consumo de água, energia elétrica, geração de resíduos não recicláveis e uso de transporte.
- Criar um algoritmo de classificação que avalie o desempenho sustentável do usuário com base nos dados coletados, utilizando critérios pré-definidos.
- Desenvolver uma interface de usuário (UI) intuitiva e amigável, com painel de controle (dashboard) que apresente indicadores de sustentabilidade, metas e relatórios detalhados.
- Integrar APIs de serviços públicos e dispositivos IoT para automatizar a coleta de dados e aumentar a precisão das informações.
- Fornecer recomendações personalizadas e notificações inteligentes para auxiliar os usuários a melhorar seus hábitos de consumo e reduzir seu impacto ambiental.
- Gerar relatórios e gráficos comparativos que mostram a evolução do consumo ao longo do tempo e o impacto das mudanças de hábitos no longo prazo.
- Armazenar e gerenciar os dados dos usuários em um banco de dados seguro, permitindo o acesso ao histórico de comportamento e a análise preditiva de padrões de consumo.
- Promover a comparação comunitária, permitindo que os usuários comparem seu desempenho com a média da comunidade e incentivando a adoção de práticas mais sustentáveis.

4. ESCOPO

Por meio de um sistema de rastreamento e recompensa, o sistema busca promover a sustentabilidade e a conscientização ambiental. O programa facilitará o registro e a análise do uso diário de energia, água, resíduos e transporte e foi desenvolvido para qualquer pessoa que deseje monitorar sua própria sustentabilidade.

Para calcular médias, identificar tendências e gerar relatórios de desempenho ambiental, os usuários inserem dados que serão processados de acordo com tabelas de sustentabilidade predefinidas. Além das funções CRUD padrão, o sistema será capaz de classificar automaticamente o nível de sustentabilidade, criar gráficos e relatórios personalizados, alertar os usuários e sugerir ações para reduzir o impacto ambiental, reconhecer dados de consumo usando OCR, proteger dados criptografando e validando entradas e conferir recompensas com base no desempenho sustentável.

O registro do uso, a análise dos dados para identificar padrões, a classificação e a produção de métricas, o envio de alertas personalizados e a concessão de incentivos fazem parte do fluxo operacional. O banco de dados, as interfaces de visualização e o sistema de recompensas são os coletores dos dados, que são principalmente entradas manuais do usuário e dados extraídos por meio de OCR. O projeto será criado em Python com tecnologias auxiliares.

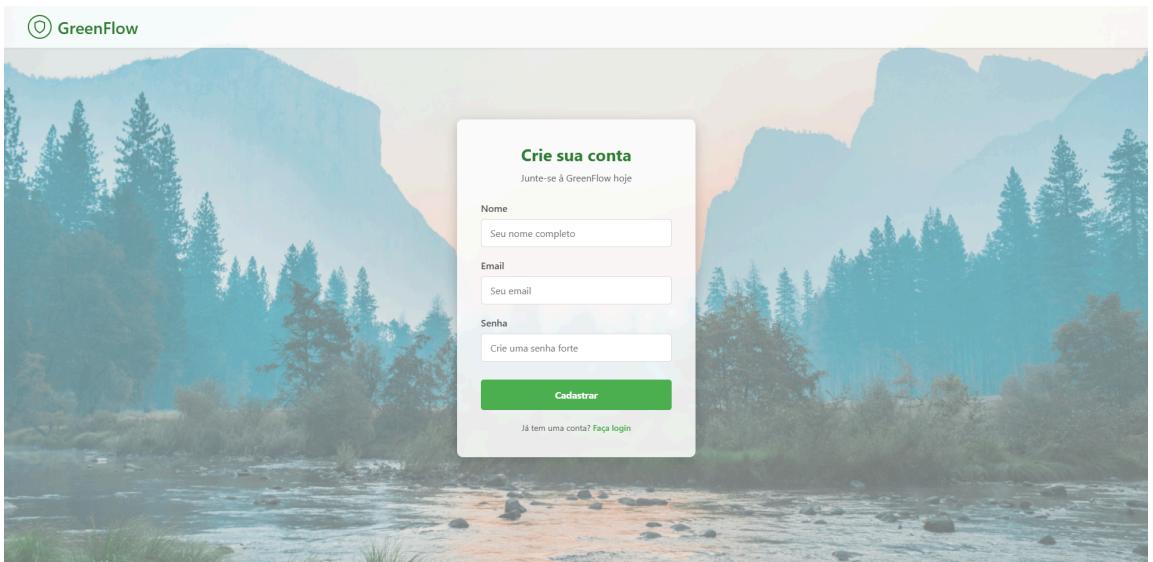
- **Fase 1:** Desenvolver um programa em Python para cadastrar e classificar o consumo diário de recursos (água, energia, resíduos e transporte) com base em tabelas de sustentabilidade.
- **Fase 2:** Criar um banco de dados para armazenar múltiplos registros de monitoramento e calcular médias de consumo para classificação geral.
- **Fase 3:** Implementar um sistema completo com menu para inserção, alteração, exclusão e listagem de dados, além de calcular médias e classificar a sustentabilidade pessoal.

5. NÃO ESCOPO

- O sistema não incluirá uma loja online ou recomendações de produtos sustentáveis.
- O sistema não contará com um aplicativo nativo para Android e IOS.
- O sistema não será desenvolvido com suporte para outras línguas, apenas para a língua portuguesa.
- O sistema não contará com Autenticação de Dois Fatores.
- O sistema não contará com ChatBots ou assistentes virtuais, para responder dúvidas do usuário.
- O sistema não irá oferecer funcionalidades de pagamento, assinaturas ou doações.
- O sistema não contará com funcionalidades integradas com IA.
- O sistema não contará com sistemas de anúncios (ads).

6. REQUISITOS FUNCIONAIS

Para a formulação das descrições de caso de uso dos requisitos funcionais seguintes, foram considerados apenas atores humanos externos ao sistema e seus componentes.

C01 – Cadastrar-se	
	
Descrição	O usuário se cadastra no sistema, fornecendo dados de autenticação e informações pessoais.
Dados de Entrada	Nome Completo, E-mail, Senha, CPF e Data de Nascimento.
Processamento	O sistema valida os dados informados quanto a formatação e adequação, verifica se o e-mail já foi cadastrado previamente, criptografa os dados e os armazena no banco de dados.
Funcionalidade Relacionadas	Coletar e validar dados de entrada; Criptografar os dados; Armazenar dados no Banco de Dados; Enviar mensagem de erro.

Atores Principais	1. Usuário
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios</i>
Fluxo Principal	
Ator	Sistema
A1. O usuário acessa o sistema e clica em cadastrar-se.	
	S1. O sistema mostra a tela de cadastro.
A2. O usuário insere os dados necessários.	
A3. O usuário clica no botão Cadastrar.	
	S2. O sistema chama C06 – Validar Entradas.
	S3. O sistema verifica se o e-mail já está cadastrado.
	S4. O sistema chama C04 – Criptografar Dados.
	S5. O sistema armazena os dados criptografados.
	S6. O sistema redireciona o usuário para a Home.
Fluxo Alternativo 1 – Ao passo S2: Dados Inválidos	
Ator	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.
	S1.2. O sistema retorna para A1
Fluxo Alternativo 1 – Ao passo S3: E-mail já cadastrado	
Ator	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.

	S1.2. O sistema retorna para A1
--	---------------------------------

C02 – Autenticar-se	
Descrição	O usuário se autentica, fornecendo dados de autenticação.
Dados de Entrada	E-mail e Senha.
Processamento	O sistema valida os dados informados quanto a formatação e adequação, verifica se o e-mail já foi cadastrado previamente, verifica se a senha está correta e libera, ou nega, acesso.
Funcionalidades Relacionadas	Coletar e validar dados de entrada; Criptografar os dados; Descriptografar Dados; Enviar mensagem de erro.
Atores Principais	1. Usuário
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios</i>
Fluxo Principal	

Ator	Sistema
A1. O usuário acessa o sistema e clica em Login.	
	S1. O sistema mostra a tela de login.
A2. O usuário insere os dados necessários.	
	S2. O sistema chama C06 – Validar Entradas.
	S3. O sistema verifica se o e-mail já está cadastrado.
	S4. O sistema verifica se a senha está correta.
	S5. O sistema redireciona o usuário para a Home.

Fluxo Alternativo 1 – Ao passo S2: Dados Inválidos

Ator	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.
	S1.2. O sistema retorna para A1

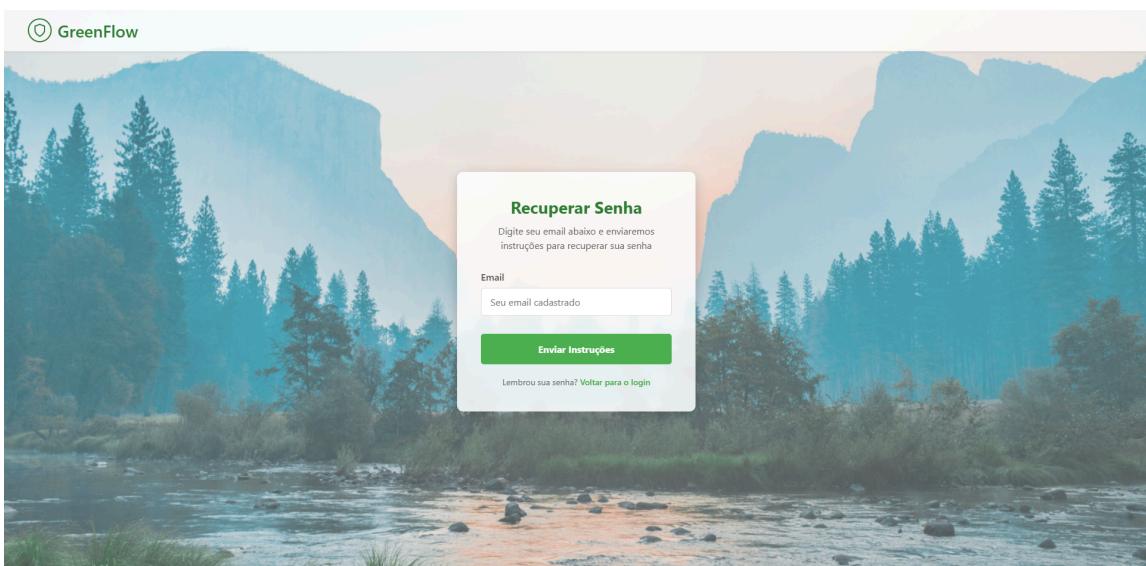
Fluxo Alternativo 2 – Ao passo S3: E-mail não cadastrado

Ator	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.
	S1.2. O sistema retorna para A1

Fluxo Alternativo 3 – Ao passo S4: Senha errada

Ator	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.
	S1.2. O sistema retorna para A1

C03 – Recuperar Senha



Descrição	O usuário recupera sua senha, caso a tenha esquecido, fornecendo o e-mail.
Dados de Entrada	E-mail.
Processamento	O sistema valida os dados informados quanto a formatação e adequação, verifica se o e-mail está associado com uma conta, gera e envia um link de recuperação de senha e atualiza a senha no banco de dados.
Funcionalidades Relacionadas	Coletar e validar dados de entrada; Criptografar os dados; Descriptografar Dados; Enviar mensagem de erro.
Atores Principais	1. Usuário
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios</i>

Fluxo Principal	
Autor	Sistema
A1. O usuário acessa o sistema e clica em “Recuperar Senha”.	
	S1. O sistema mostra a tela de recuperação de senha.
A2. O usuário insere os dados necessários.	
A3. O usuário clica no botão Recuperar Senha.	
	S2. O sistema chama C06 – Validar Entradas.
	S3. O sistema verifica se o e-mail está associado com uma conta cadastrada.
	S4. O sistema gera um link de recuperação de senha.
	S5. O sistema envia o link para o e-mail.
A4. O usuário acessa o link e digita uma nova senha.	
	S6. O sistema chama C06 – Validar Entradas.
	S7. O sistema atualiza a senha no banco de dados.
Fluxo Alternativo 1 – Ao passo S2: Dados Inválidos	
Autor	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.

	S1.2. O sistema retorna para A1
Fluxo Alternativo 2 – Ao passo S3: E-mail não cadastrado	
Autor	Sistema
	S1.1. O sistema não gera e não envia o link de recuperação de senha.
	S1.2. Fim do caso de uso
Fluxo Alternativo 3 – Ao passo S6: Dados Inválidos	
Autor	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.
	S1.2. O sistema retorna para A3

C04 – Criptografar Dados	
Descrição	Criptografa os dados de entrada, garantindo a segurança dos mesmos.
Dados de Entrada	Dados sensíveis (CPF, Senha etc.).
Processamento	O sistema aplica, aos dados, um algoritmo de criptografia específico para o tipo de dado (SHA-256 para senhas, por exemplo) e armazena os dados criptografados no banco de dados.
Funcionalidades Relacionadas	Armazenar os dados.
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, consumos, relatórios</i>
Fluxo Principal	
Sistema	
S1. O sistema recebe os dados a serem criptografados.	
S2. O sistema identifica o tipo de criptografia a usar.	

S3. O sistema criptografa os dados.

S4. O sistema armazena os dados criptografados.

C05 – Descriptografar Dados

Descrição	Descriptografa os dados, permitindo utilizá-los.
------------------	--

Dados de Entrada	Dados criptografados.
-------------------------	-----------------------

Processamento	O sistema aplica, aos dados, um algoritmo de descriptografia.
----------------------	---

Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, consumos, relatórios</i>
----------------------	---

Fluxo Principal

Sistema

S1. O sistema recebe os dados a serem descriptografados.
--

S2. O sistema identifica o tipo de descriptografia a usar.
--

S3. O sistema descriptografa os dados.
--

S4. O sistema envia os dados descriptografados.

C06 – Validar Entradas

Descrição	Garante que os dados de entrada estejam corretos antes de serem processados.
------------------	--

Dados de Entrada	Campos e dados a serem validados.
-------------------------	-----------------------------------

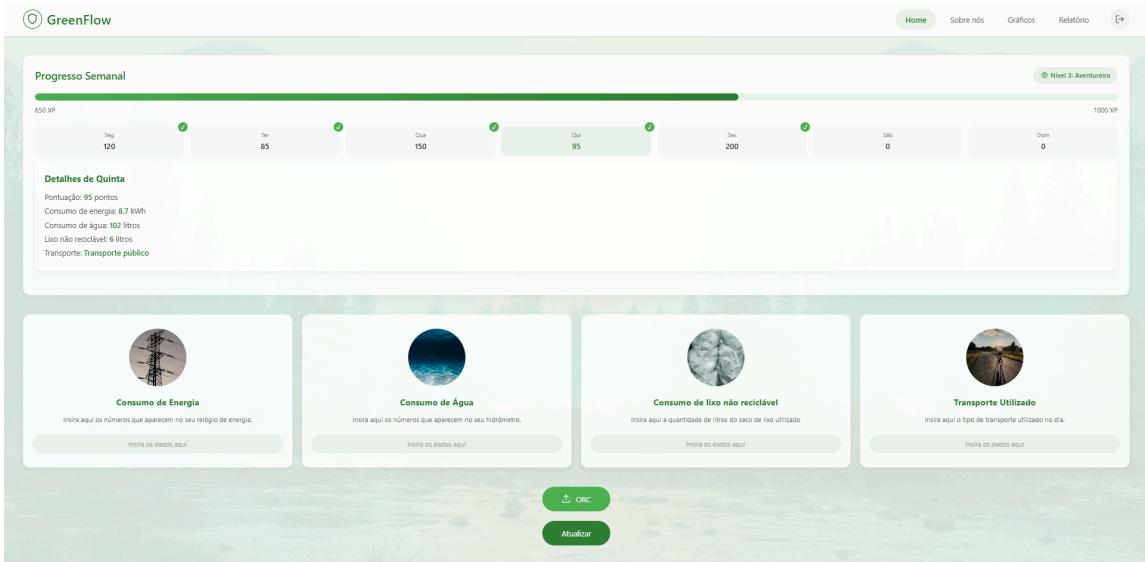
Processamento	O sistema confere se os campos obrigatórios foram preenchidos, confirma se os dados estão corretamente formatados e envia, ou não, uma mensagem de erro.
----------------------	--

Funcionalidades Relacionadas	Enviar mensagem de erro.
-------------------------------------	--------------------------

Fluxo Principal

Sistema

S1. O sistema recebe os dados a serem validados.
S2. O aplica as regras de validação aos dados e campos.
S3. O sistema permite a continuação da execução.
Fluxo Alternativo 1 – Ao passo S2: Dados Inválidos
Sistema
S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.
S1.2. Fim do Caso de Uso

C07 – Cadastrar Consumo	
	
Descrição	O usuário insere os seus dados de consumo para serem armazenados.
Dados de Entrada	Consumo de Energia Elétrica, Uso de Água, Geração de Resíduos, Pegada de Carbono (Emissão de Gases de Efeito Estufa) de Transporte, Data e Hora.
Processamento	O sistema valida os dados informados quanto a formatação e adequação, criptografa os dados e os armazena.

Funcionalidades Relacionadas	Coletar e validar dados de entrada; Criptografar os dados; Detectar consumo por OCR; Enviar mensagem de erro.
Atores Principais	1. Usuário
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, consumos, relatorios</i>
Fluxo Principal	
Ator	Sistema
A1. O usuário autenticado clica em “Cadastrar Consumo”.	
	S1. O sistema mostra a tela de cadastro de dados de consumo.
A2. O usuário insere os dados necessários.	
A3. O usuário clica no botão Registrar Consumo.	
	S2. O sistema coleta a data e hora atuais.
	S3. O sistema chama C06 – Validar Entradas.
	S4. O sistema chama C04 – Criptografar Dados.
	S5. O sistema armazena os dados no banco de dados.
Fluxo Alternativo 1 – Ao passo S3: Dados Inválidos	
Ator	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.
	S1.2. O sistema retorna para A1

C08 – Detectar por OCR					
Descrição	O usuário envia uma imagem (foto) do hidrômetro / medidor de energia para detectar o consumo.				
Dados de Entrada	Imagen do Consumo de Energia Elétrica, do Uso de Água, e Data e Hora.				
Processamento	O sistema utiliza de OCR para extrair os dados das imagens escaneadas, os valida e os exibe.				
Funcionalidades Relacionadas	Coletar e validar dados de entrada; Enviar mensagem de erro.				
Atores Principais	1. Usuário				
Fluxo Principal					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ator</th><th>Sistema</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1. O usuário clica no botão Detectar por Imagem.</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Ator	Sistema	A1. O usuário clica no botão Detectar por Imagem.	
Ator	Sistema				
A1. O usuário clica no botão Detectar por Imagem.					

	S1. O sistema mostra a janela de coleta de imagem.
A2. O usuário envia a imagem.	
	S2. O sistema processa a imagem por OCR e extrai os dados.
	S3. O sistema chama C06 – Validar Dados.
	S4. O sistema exibe os dados na janela de Registrar Consumo.

Fluxo Alternativo 1 – Ao passo S3: Dados Inválidos

Ator	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o campo e o tipo de erro.
	S1.2. O sistema retorna para A1

Fluxo Alternativo 2 – Ao passo S2: Imagem Ilegível

Ator	Sistema
	S1.1. O sistema exibe uma mensagem de erro, detalhando o erro.
	S1.2. O sistema retorna para A1

C09 – Analisar Padrões e Tendências

Descrição	Identifica padrões de comportamento e tendências nos dados de consumo.
Dados de Entrada	Dados de consumo bruto (água, energia, transporte e resíduos), dados de consumo normalizados.
Processamento	O sistema obtém os dados de consumo e aplica uma algoritmo de Machine Learning (Árvore de Decisão) e uma técnica estatística (Coeficiente de Spearman) para obter um valor estimado futuro, tendências e flutuações,

	e gera notificações/alertar/recomendações a partir dos dados.
Funcionalidades Relacionadas	Criptografar os dados; Descriptografar dados; Normalizar dados.
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, consumos, consumos_normalizados, relatorios, alertas, recomendacoes</i>
Fluxo Principal	
Sistema	
S1. O sistema coleta os dados de consumo do banco de dados.	
S2. O sistema processa os dados utilizando da Árvore de Decisão e Coeficiente de Spearman.	
S3. O sistema utiliza os dados para gerar ações pertinentes aos valores obtidos.	
S4. O sistema chama C04 – Criptografar Dados.	
S5. O sistema armazena os dados processados e criptografados.	

C10 – Normalizar Dados	
Descrição	Padroniza e estrutura os dados para garantir consistência e valores relacionáveis.
Dados de Entrada	Dados de consumo bruto (água, energia, transporte e resíduos).
Processamento	O sistema obtém os dados de consumo, aplica uma técnica de normalização (min-max) e armazena os valores.
Funcionalidades Relacionadas	Descriptografar Dados
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, consumos, consumos_normalizados, relatorios, alertas, recomendacoes</i>
Fluxo Principal	

Sistema
S1. O sistema coleta os dados de consumo do banco de dados.
S2. O sistema processa e normaliza os dados.
S3. O sistema armazena os dados normalizados.

C11 – Gerar Classificação	
Descrição	Atribui níveis à sustentabilidade do usuário com base em regras.
Dados de Entrada	Dados de consumo normalizados.
Processamento	O sistema obtém os dados de consumo, os pondera utilizando da média ponderada e atribui um nível de sustentabilidade ao usuário.
Funcionalidades Relacionadas	Normalizar Dados; Descriptografar Dados
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, consumos_normalizados, relatorios</i>
Fluxo Principal	
Sistema	
S1. O sistema coleta os dados de consumo do banco de dados.	
S2. O sistema pondera os dados por média ponderada.	
S3. O sistema classifica o usuário em um de 3 níveis de sustentabilidade.	
S4. O sistema armazena a classificação no banco de dados.	

C12 – Visualizar Relatório

Descrição	Permite a visualização dos dados de sustentabilidade por meio de gráficos e relatórios detalhados, acompanhados de recomendações e alertas.
Processamento	O sistema obtém o relatório do banco de dados e exibe para o usuário.
Funcionalidades Relacionadas	Gerar Relatório; Enviar mensagem de erro; Descriptografar Dados
Atores Principais	1. Usuário

Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, relatorios, recomendações, alertas</i>
Fluxo Principal	
Autor	Sistema
A1. O usuário clica no botão Relatórios.	
	S1. O sistema busca todo histórico de relatórios do Banco de Dados.
	S1.1. O sistema exibe a tela com todos os relatórios ordenados por data.
A2. O usuário seleciona o relatório que deseja ver.	
	S2. O sistema exibe os dados, com gráficos, recomendações e avisos, e os relatórios anteriores.
Fluxo Alternativo 1 – Ao passo S1: Dados insuficientes	
Autor	Sistema
	S1.1. O sistema exibe um aviso para o usuário, detalhando que é necessário mais coletas para gerar os gráficos e informações
	S1.2. Fim do Caso de Uso

C13 – Gerar Relatório	
Descrição	Cria relatórios detalhados com base nos dados coletados e processados.
Processamento	Os dados mais recentes coletados (normalizados e não-normalizados) e o índice de sustentabilidade atual são enviados para o algoritmo de geração gráficos, onde para cada parâmetro, assim como a sua combinação, será gerado um gráfico correspondente.

	Recomendações, alertas, tendências e projeções futuras relacionadas são anexadas ao relatório.
Funcionalidades Relacionadas	Normalização de Dados; Analisa Padrões e Tendências; Descriptografar Dados.
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, relatorios, recomendações, alertas, consumos_normalizados, consumos</i>
Fluxo Principal	
Sistema	
S1. O sistema busca os dados mais recentes do Banco de Dados.	
S2. O sistema envia os dados mais recentes para o algoritmo de geração de gráficos	
S3. O sistema obtém, do banco de dados, as ações, tendências e projeções relacionadas à data de coleta dos dados.	
S4. O sistema condensa as informações obtidas em um documento.	
S5. O sistema chama C04 – Criptografar Dados.	
S6. O sistema armazena o documento criptografado no banco de dados.	

C14 – Gerar Alertas, Recomendações e Notificações	
Descrição	Fornece avisos e sugestões com base nos padrões de consumo do usuário.
Dados de Entrada	Dados de consumo brutos e normalizados, projeções e tendências.
Processamento	O sistema obtém os dados de consumo, os relaciona ao longo do tempo, interpreta as projeções e tendências e gera ações para o usuário, armazenando-as no banco de dados.
Funcionalidades Relacionadas	Analisa Padrões e Tendências; Gerar Relatório; Descriptografar Dados.

Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, consumos_normalizados, consumos, recomendações, alertas.</i>
Fluxo Principal	
Sistema	
S1.	O sistema obtém, do banco de dados, as ações, tendências e projeções.
S2.	O sistema relaciona os dados ao longo do tempo (com relatórios passados).
S3.	O sistema gera ações pertinentes e as envia ao usuário.
S4.	O sistema armazena as ações no banco de dados.

C15 – Conceder Recompensa	
Descrição	O sistema distribui recompensas aos usuários com base em critérios.
Dados de Entrada	Dados de consumo brutos e normalizados, projeções e tendências.
Processamento	O sistema obtém os dados de consumo, e verifica se o usuário é elegível para ter uma recompensa, se sim, o sistema concede pontos de recompensa e notifica o usuário.
Funcionalidades Relacionadas	Descriptografar Dados; Gerar Alertas, Recomendações e Notificações.
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, consumos_normalizados, consumos, recomendações, alertas.</i>
Fluxo Principal	
Sistema	
S1.	O sistema obtém, do banco de dados, as ações, tendências e projeções.
S2.	O sistema verifica o nível de sustentabilidade quanto a consistência e qualidade.
S3.	O sistema concede recompensa em pontos para o usuário

S4. O sistema armazena as recompensas dadas no banco de dados.
--

S5. O sistema notifica o usuário.

C16 – Coletar Recompensas

Descrição	O usuário resgata recompensas acumuladas.
Processamento	O sistema verifica se o usuário possui pontos o suficiente para coletar alguma recompensa, e apresenta as possíveis para o usuário, permitindo que ele as resgate.
Funcionalidades Relacionadas	Descriptografar Dados; Conceder Recompensa.
Atores Principais	1. Usuário
Base de Dados	Tabela: <i>usuarios, recompensas</i>

Fluxo Principal

Autor	Sistema
A1. O usuário clica no botão Recompensas.	
	S1. O sistema verifica a elegibilidade do usuário.
	S2. O sistema exibe a tela com listas de possíveis recompensas.
A2. O usuário seleciona a recompensa que deseja.	
	S3. O sistema concede a recompensa ao usuário.

Fluxo Alternativo 1 – Ao passo S1: Usuário não elegível
--

Autor	Sistema
	S1.1. O sistema exibe um aviso para o usuário, detalhando que é necessário um nível de sustentabilidade melhor e/ou

	mais consistente para acessar as recompensas.
	S1.2. Fim do Caso de Uso

7. REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

RNF01 – Segurança	
Descrição	O sistema deve garantir a proteção dos dados dos usuários contra acessos não autorizados.
Critérios	Armazenamento de senhas utilizando algoritmos de criptografia. Implementação de autenticação de dois fatores (2FA). Controle de permissões baseado em níveis de acesso.
Requisitos	C04 – Criptografar Dados.
Relacionados	C06 – Validar Entradas

RNF02 – Desempenho e Escalabilidade	
Descrição	O sistema deve oferecer uma interface intuitiva e de fácil navegação para os usuários.
Critérios	Tempo de resposta de até 2 segundos para operações comuns. Capacidade de suportar 1000 usuários simultâneos sem degradação significativa.
Requisitos	C10 – Otimizar Consultas no Banco de Dados.
Relacionados	

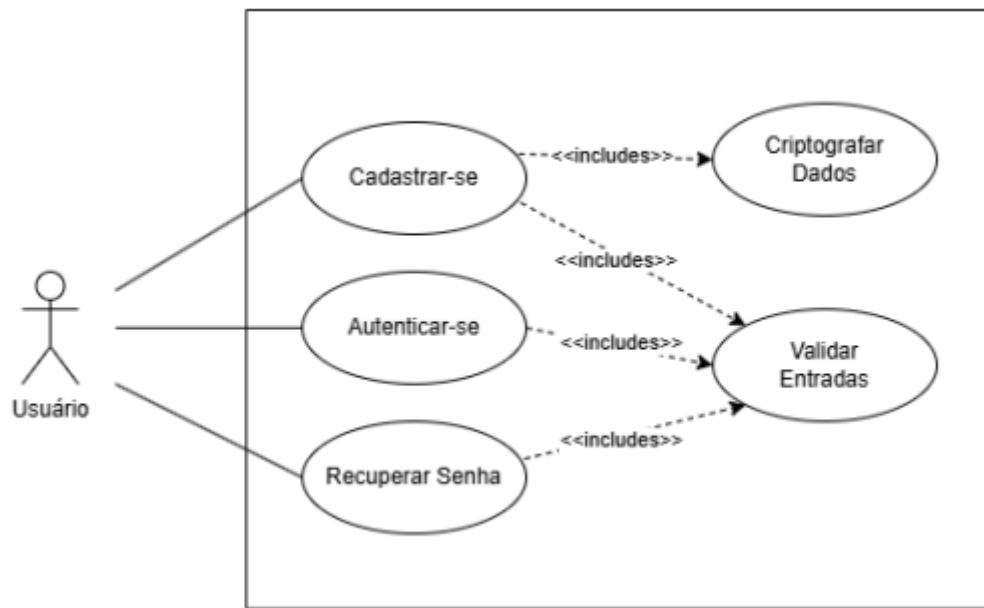
RNF03 – Usabilidade	
Descrição	O sistema deve suportar um grande número de acessos simultâneos sem comprometer o tempo de resposta
Critérios	Interface compatível com dispositivos móveis. Acessibilidade para usuários com deficiência visual.

	Tempo de aprendizado médio de até 5 minutos para um novo usuário.
Requisitos	C12 – Interface Responsiva..
Relacionados	

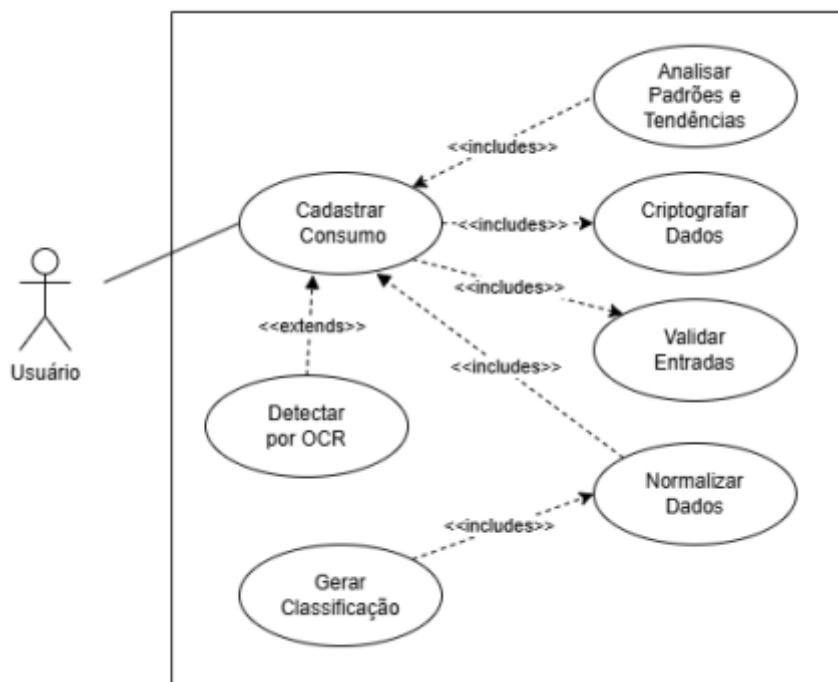
RNF04 – Compatibilidade	
Descrição	O sistema deve ser compatível com os principais navegadores e dispositivos
Critérios	Supporte para Google Chrome, Mozilla Firefox e Microsoft Edge. Compatível com sistemas operacionais Windows, macOS e Linux.
Requisitos	C14 – Testes de Compatibilidade.
Relacionados	

8. CASOS DE USO

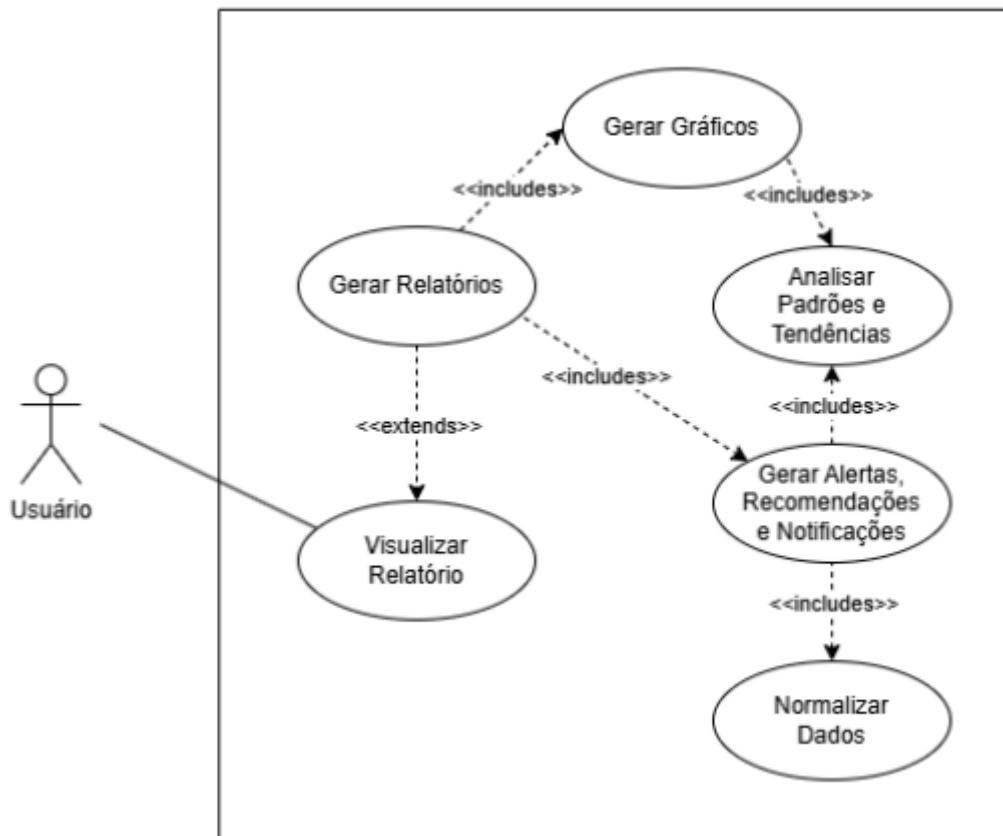
8.1. DOMÍNIO: AUTENTICAÇÃO



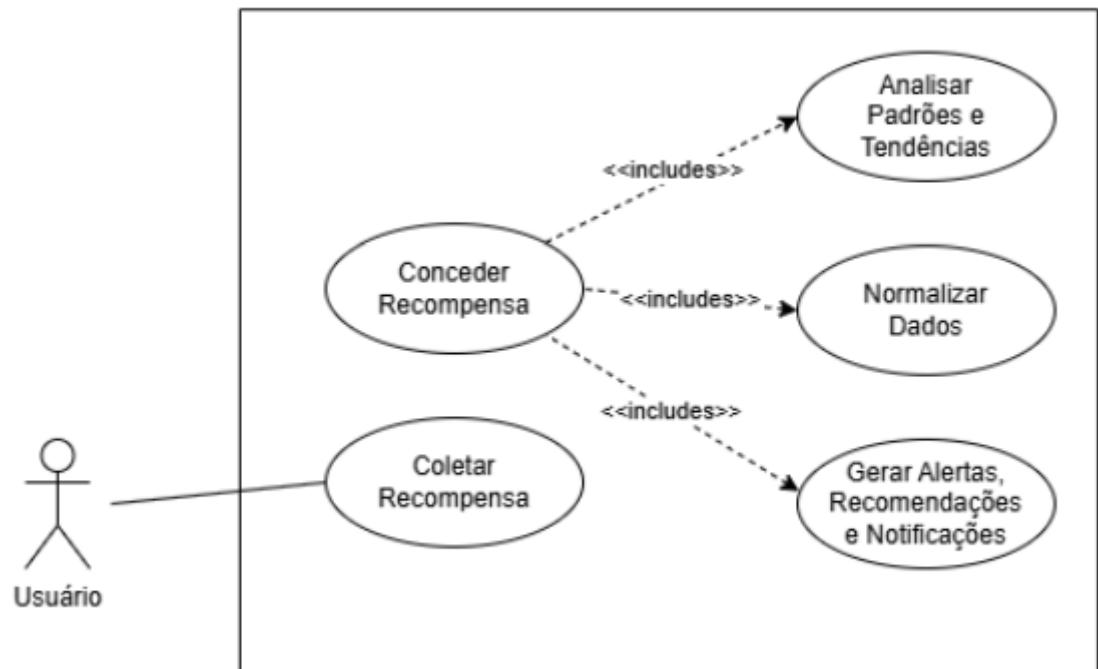
8.2. DOMÍNIO: COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS



8.3. DOMÍNIO: RELATÓRIO E VISUALIZAÇÃO



8.4. DOMÍNIO: RECOMPENSAS



9. METODOLOGIA APLICADA AO PROJETO

Para o desenvolvimento deste projeto foi aplicada a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), onde os alunos foram divididos em Times e foram realizadas algumas etapas como: Introdução e Planejamento, Coleta, Desenvolvimento, Pesquisa, Finalização e Publicação. Em todas as etapas os Times realizaram atividades avaliativas e no final houve uma apresentação do produto de software final.

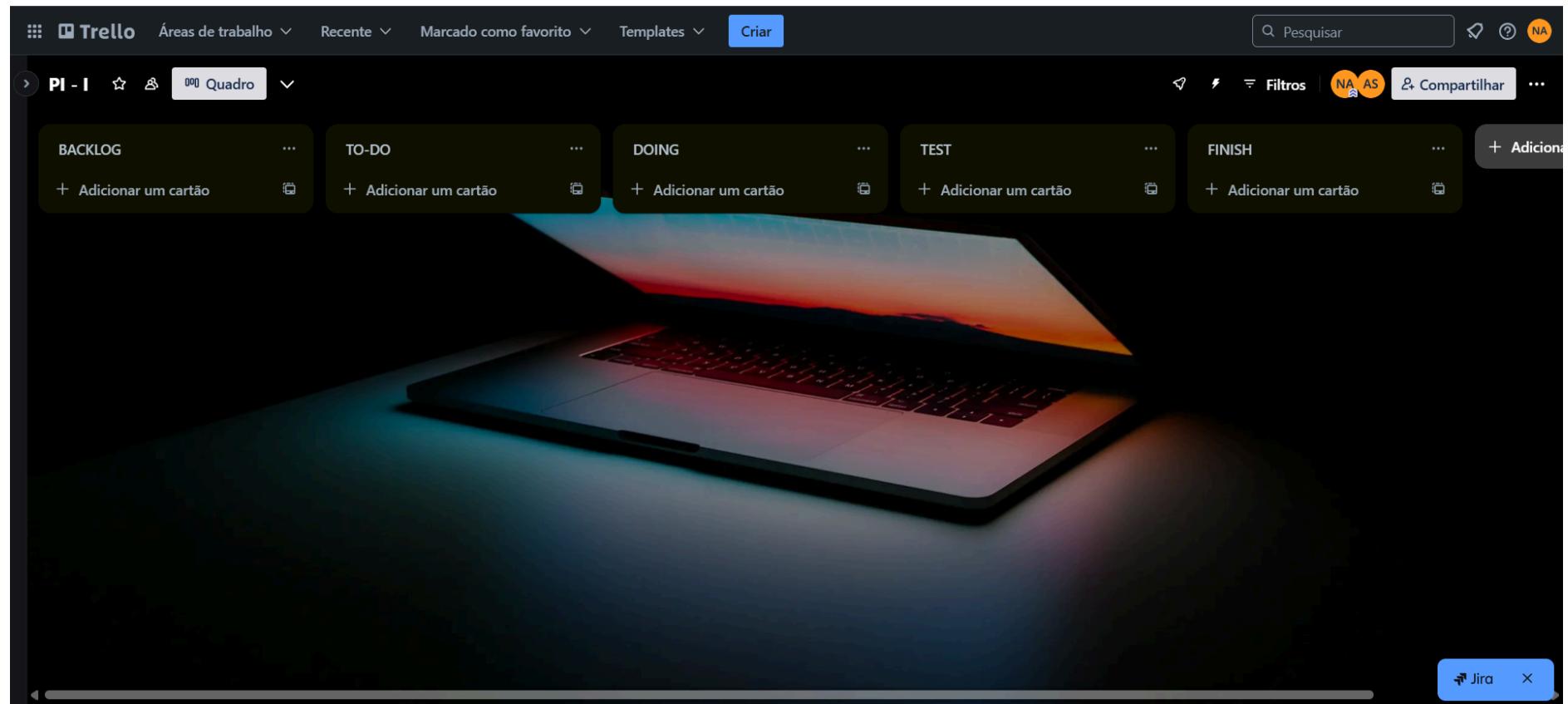
Detalhamento das etapas:

- **Introdução e Planejamento** – organização da turma pelo professor em Times com 5 pessoas. Explicação do processo de desenvolvimento do projeto, apresentação do cronograma geral com as etapas avaliativas. Explicação sobre o TEMA e Requisitos básicos do projeto. Esclarecimento de dúvidas gerais sobre as etapas.
- **Coleta** – os **Times deverão pesquisar** os Requisitos Básicos buscando referências bibliográficas e artigos científicos que contextualizam os requisitos no contexto do projeto. **Deverão discutir e definir que ferramentas de software de apoio** (word, photoshop, excel, project, canva, flame, e etc.) **serão utilizadas** para o desenvolvimento do projeto. **Deverão montar um Cronograma** com as atividades levantadas pelo Time e atribuir período de **planejamento e execução** com nome dos responsáveis por cada atividade, se atentando às datas de entrega avaliativas do professor. Todos os itens produzidos nesta etapa **serão documentados** no modelo descritivo (gerando um doc) e postados no **CANVAS** nas datas determinadas pelo professor.
- **Desenvolvimento** – os Times deverão executar gradativamente as etapas do projeto, com a execução da alimentação da documentação e programação do sistema a ser desenvolvido,

apresentar as atividades seguindo etapas avaliativas através das reuniões com o professor.

- **Revisão** – os Times devem **reavaliar e readequar as atividades apontadas pelo professor** durante as reuniões como pontos a serem revistos e corrigidos, e se for necessário, realizar novos estudos, pesquisas, conversar com os outros professores das outras disciplinas contribuintes, para o aperfeiçoamento do projeto.
- **Finalização** – processo de refinamento, realização de Testes e finalização do projeto e da documentação a ser entregue, e preparação da apresentação final. Cada Time será avaliado pelo professor através de uma apresentação no próprio laboratório de informática

10. ACOMPANHAMENTO DA GESTÃO DO PROJETO



11. CRONOGRAMA

Cronograma do Sistema de Monitoramento da Sustentabilidade Individual

ID	NOME DA ATIVIDADE	9/02 - 15/02	16/02 - 22/02	23/02 - 01/03	02/03 - 08/03	09/03 - 15/03	16/03 - 22/03	23/03 - 29/03	30/03 - 05/04	06/04 - 12/04	13/04 - 19/04	20/04 - 26/04	27/04 - 03/05	04/05 - 10/05	11/05 - 17/05	18/05 - 24/05	25/05 - 31/05	01/06 - 07/06	08/06 - 14/06	15/06 - 21/06	22/06 - 28/06	NOTAS	
1	Requisitos Nível 0																						Compreender o problema e definir a proposta do software.
2	Requisitos Nível 1																						Elaborar o documento de requisitos inicial e definir tecnologias a serem utilizadas.
3	Modelar os Dados																						Definir a estrutura das dadas que serão armazenados e modo de armazenamento.
4	Estrutura do Software																						Definir os principais componentes e interações entre estes no sistema.
5	Prototipação																						Criar protótipos interativos de baixa fidelidade das interfaces do sistema.
6	Estrutura do Banco de Dados																						Definir a estrutura das tabelas, colunas e tipos para o banco de dados relacional.
7	Normalização dos Dados																						Desenvolver o módulo de normalização e balanceamento dos dados a serem coletados.
8	Coleta de Dados																						Desenvolver o módulo de coleta de dados, contendo validação e verificação de entradas.
9	Criptografia																						Desenvolver o módulo responsável por criptografar os dados da plataforma.
10	Autenticação																						Desenvolver o módulo de autenticação e gerenciamento de usuários.
11	Análise de Dados 1																						Desenvolver o módulo responsável por correlacionar e gerar dados úteis, através de técnicas estatísticas e de ML.
12	Análise de Dados 2																						Treinar e aplicar algoritmos de Machine Learning para correlação dos dados.
13	Relatórios Gráficos																						Desenvolver o módulo de geração de relatórios visuais contendo gráficos e estatísticas.
14	Ações																						Desenvolver módulo responsável por gerar ações de acordo com o nível de sustentabilidade.
15	Sistema de Recompensa																						Desenvolver módulo responsável por conferir recompensas proporcionais ao nível de sustentabilidade.
16	Selos de Sustentabilidade																						Desenvolver os selos de sustentabilidade que correspondem a um de 3 níveis de sustentabilidade.
17	Detalhamento da Interface																						Implementar e melhorar interfaces gráficas.
18	Testes Unitários																						Testar os componentes do sistema individualmente.
19	Integrar Componentes																						Integrar e relacionar todos os componentes do sistema.
20	Testes de Integração																						Testar a integração e interação entre os componentes.
21	Validação do Projeto																						Testar e validar o projeto contra os requisitos, de forma a aferir se o projeto foi construído corretamente.
22	Entrega e Apresentação																						Entrega e Apresentação do Projeto.

12. PREMISSAS

- **Disponibilidade e Compatibilidade Tecnológica** – O sistema será desenvolvido utilizando tecnologias acessíveis aos integrantes da equipe, incluindo **Python**, **bancos de dados relacionais** e ferramentas de **controle de versão** (GitHub), garantindo compatibilidade com os recursos disponíveis.
- **Autogestão da Equipe** – O desenvolvimento será conduzido pelos integrantes do grupo de forma autônoma, sem suporte técnico direto do professor orientador, que atuará apenas na supervisão e direcionamento do projeto. Consultas técnicas poderão ser realizadas com professores das disciplinas específicas.
- **Precisão das Informações Inseridas** – Os dados fornecidos pelos usuários sobre consumo de água, energia elétrica, geração de resíduos e transporte serão **baseados em estimativas pessoais**, não havendo integração com sensores ou dispositivos automatizados.
- **Armazenamento Seguro de Dados** – O sistema armazenará os dados coletados em um **banco de dados estruturado**, garantindo segurança e integridade das informações, além de assegurar que apenas usuários autorizados tenham acesso.
- **Classificação Baseada em Critérios Pré-definidos** – A avaliação da sustentabilidade dos usuários será feita a partir de métricas estabelecidas no projeto, sem o uso de inteligência artificial, garantindo um modelo de classificação claro e objetivo.
- **Metodologia Ágil e Gestão do Projeto** – O desenvolvimento do sistema seguirá uma abordagem iterativa baseada no **método Kanban**, utilizando ferramentas como **Trello** ou similares para o gerenciamento das atividades, garantindo organização e rastreabilidade das etapas do projeto.
- **Desenvolvimento em Etapas** – O projeto será implementado de forma **gradual**, seguindo as fases de levantamento de requisitos, criação do banco

de dados, implementação do sistema e validação final, garantindo evolução estruturada e contínua.

- **Foco no Monitoramento Individual** – O sistema será desenvolvido **exclusivamente para uso pessoal**, permitindo que os usuários acompanhem seus próprios hábitos de consumo e impacto ambiental, sem abranger gestão de sustentabilidade para empresas ou comunidades.
- **Controle de Versionamento e Histórico** – Todas as versões do código serão armazenadas e gerenciadas através de um sistema de **controle de versão** (Git/GitHub), garantindo rastreabilidade e histórico do desenvolvimento.
- **Entrega e Avaliação Final** – O sistema será apresentado a um grupo de professores, que avaliará sua funcionalidade e qualidade, além de questionar os integrantes do time sobre o desenvolvimento e implementação do projeto.

13. RESTRIÇÕES

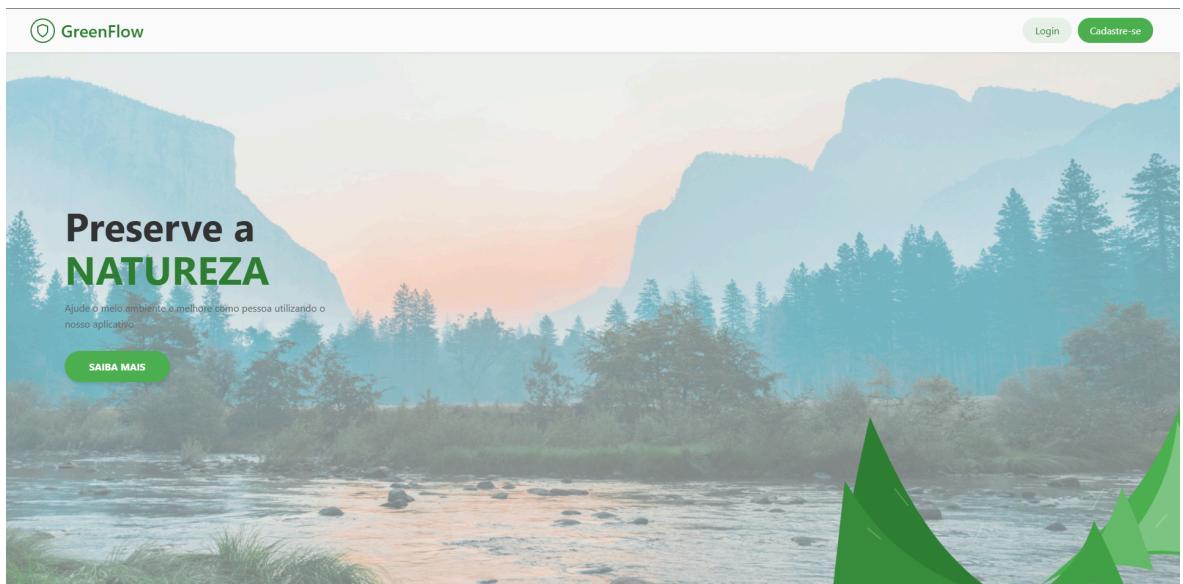
- **Prazos Determinados** – O desenvolvimento do projeto deve seguir o cronograma estabelecido pela disciplina **Projeto Integrador 1**, com **entrega final na primeira semana de junho de 2025**, não sendo possível solicitar extensões de prazo.
- **Plataforma Tecnológica Definida** – O sistema será desenvolvido utilizando a linguagem **Python** para o backend e **banco de dados relacional** para armazenamento das informações. Outras tecnologias não previstas inicialmente só poderão ser adotadas mediante aprovação do professor orientador.
- **Interface Simples e Funcional** – A interface do sistema deverá ser objetiva e intuitiva, considerando que será utilizada por usuários sem conhecimento técnico avançado. O escopo não prevê o desenvolvimento de um aplicativo móvel ou integração com interfaces gráficas sofisticadas.
- **Sem Integração com Sistemas Externos** – O sistema não deverá se comunicar com outros softwares ou dispositivos externos, sendo **baseado exclusivamente nos dados inseridos pelos usuários**, sem conexão com sensores inteligentes ou APIs de terceiros.
- **Limitação de Hardware e Infraestrutura** – O sistema será executado em **ambiente local** ou em **servidores gratuitos disponíveis**, sem exigência de aquisição de servidores dedicados ou recursos avançados de computação em nuvem.
- **Armazenamento de Dados Limitado** – O banco de dados será dimensionado para armazenar apenas informações essenciais do monitoramento individual de cada usuário, não sendo projetado para suportar grandes volumes de dados ou múltiplos acessos simultâneos.
- **Controle de Versão Obrigatório** – O versionamento do código-fonte deverá ser realizado utilizando **Git/GitHub**, garantindo rastreabilidade e segurança durante o desenvolvimento.

- **Segurança e Privacidade** – Os dados armazenados no sistema devem ser protegidos contra acessos não autorizados. Visto que o projeto envolve **criptografia de dados**, será utilizada uma metodologia estudada na disciplina de **Elementos de Álgebra Linear**.
- **Desenvolvimento Limitado à Equipe do Projeto** – O desenvolvimento do sistema será realizado exclusivamente pelos integrantes da equipe, sem contratação de terceiros ou uso de soluções pagas para acelerar o desenvolvimento.
- **Apresentação e Avaliação Obrigatória** – A conclusão do projeto exige uma apresentação para um grupo de professores, onde serão avaliadas as funcionalidades do sistema, sua implementação técnica e o conhecimento dos integrantes sobre o desenvolvimento.

14. PRINCIPAIS TELAS DO SISTEMA, DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO:

Abaixo estão as imagens de cada tela do sistema com sua respectiva descrição. Sendo as telas sujeitas à alterações devido a futura implementação do back-end.

1) Landing Page:

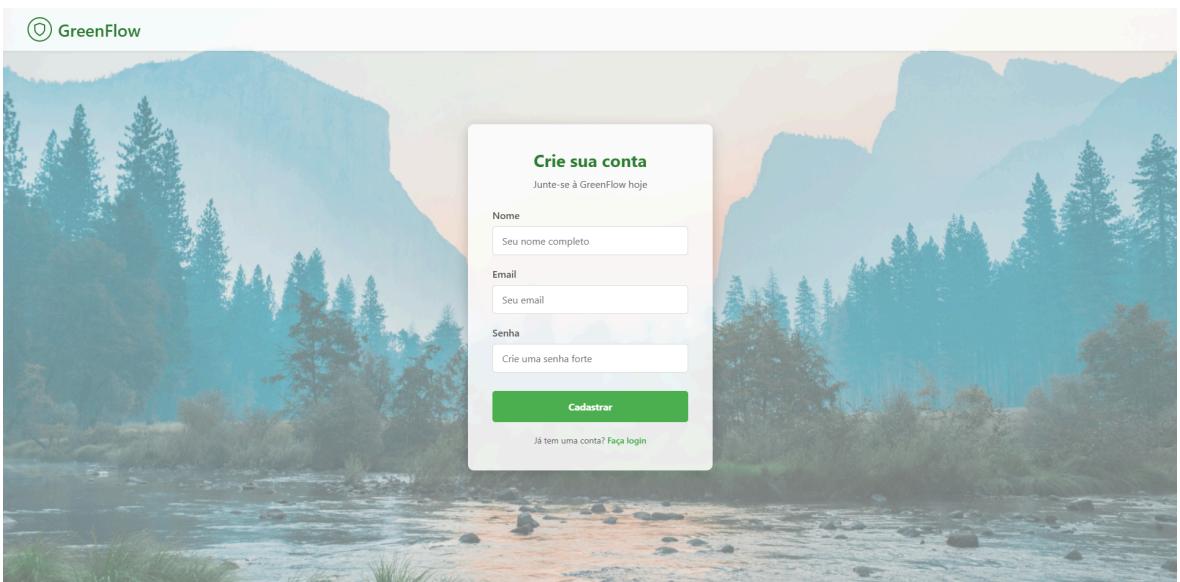


Esta landing page da GreenFlow apresenta:

- Cabeçalho com logo, botões de "Login" e "Cadastre-se"
- Imagem de fundo natural com montanhas, floresta e rio
- Título "Preserve a NATUREZA" com destaque em verde
- Texto "Ajude o meio ambiente e melhore como pessoa utilizando o nosso aplicativo"
- Botão verde "SAIBA MAIS"
- Design minimalista em tons de verde e azul

O objetivo é atrair usuários para um aplicativo voltado à preservação ambiental.

2) Página de cadastro (C01):

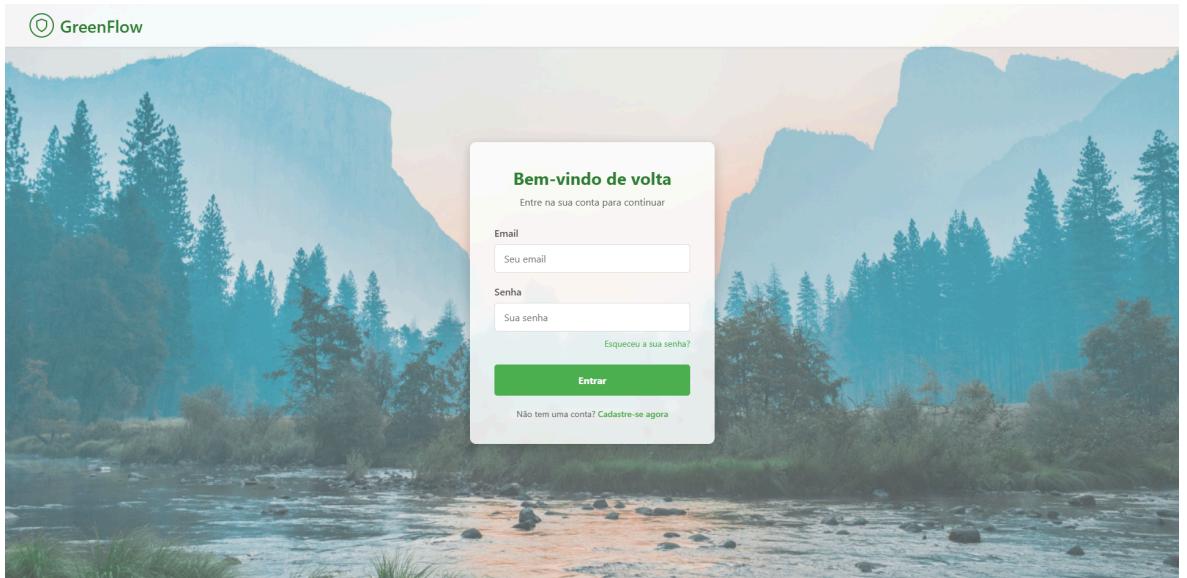


Esta página de cadastro da GreenFlow apresenta:

- Logo da GreenFlow no canto superior esquerdo
- Formulário de cadastro centralizado com fundo branco
- Título "Crie sua conta" em verde
- Subtítulo "Junte-se à GreenFlow hoje"
- Campos de entrada para Nome, Email e Senha com placeholders
- Botão verde "Cadastrar" para enviar os dados do formulário
- Link "Faça login" para usuários que já possuem conta
- Mesma imagem de fundo natural com montanhas e rio da landing page

O design mantém a estética minimalista com elementos em verde sobre um cenário natural.

3) Página de Login (C02):

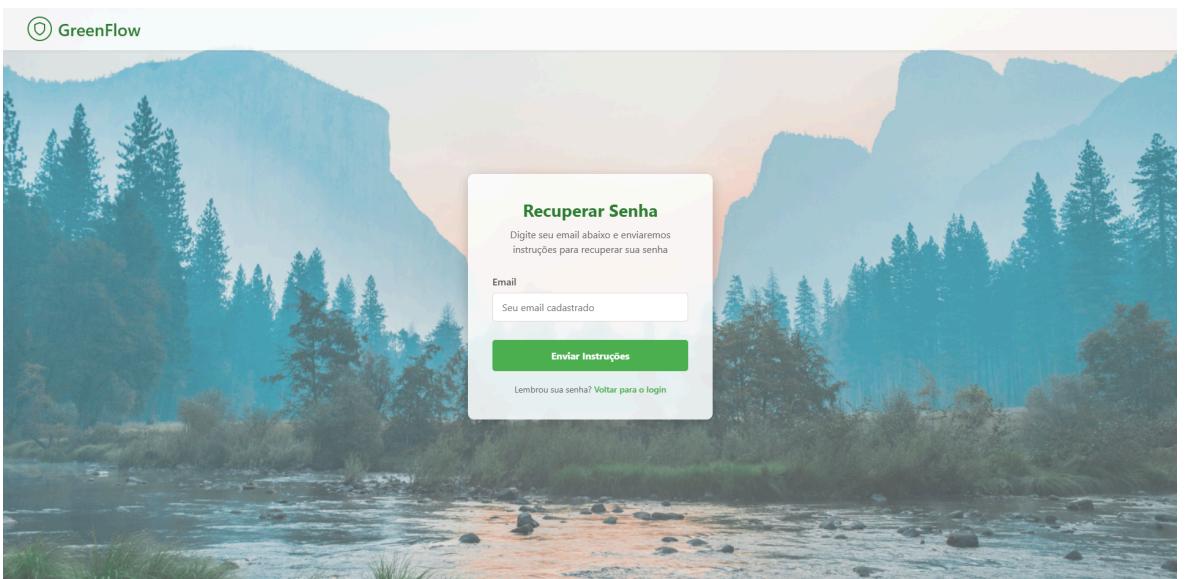


Esta página de login da GreenFlow apresenta:

- Logo da GreenFlow no canto superior esquerdo
- Formulário de login centralizado com fundo branco
- Título "Bem-vindo de volta" em verde
- Subtítulo "Entre na sua conta para continuar"
- Campos para Email e Senha com placeholders
- Link "Esqueceu a sua senha?" no canto direito
- Botão verde "Entrar" para acessar a conta
- Link "Cadastre-se agora" para novos usuários
- Mesma imagem de fundo natural com montanhas e rio

Mantém o design consistente com as demais páginas, usando os mesmos elementos visuais.

4) Página de recuperar a senha (C03):

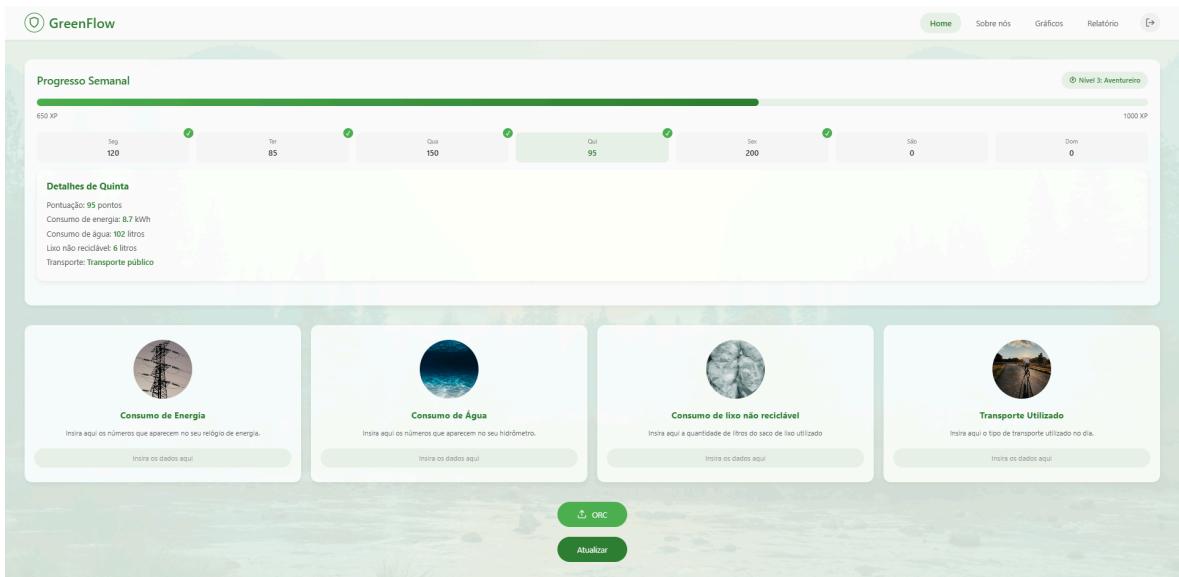


Esta página de recuperação de senha da GreenFlow apresenta:

- Logo da GreenFlow no canto superior esquerdo
- Formulário centralizado com fundo branco
- Título "Recuperar Senha" em verde
- Texto explicativo "Digite seu email abaixo e enviaremos instruções para recuperar sua senha"
- Campo para inserir o email cadastrado
- Botão verde "Enviar Instruções"
- Link "Voltar para o login" caso o usuário lembre sua senha
- Mesma imagem de fundo natural com montanhas e rio

Mantém o design consistente com as demais páginas do site.

5) Dashboard (página principal) (C07/C08/C16):



Esta página do dashboard da GreenFlow apresenta:

- Cabeçalho com logo e menu de navegação (Home, Sobre nós, Gráficos, Relatório)
- Seção **"Progresso Semanal"** com barra de progresso e indicação de "Nível 3: Aventureiro"
- **Contador de XP** (650/1000): sistema de recompensa gamificada para melhorar a experiência do usuário de acordo com a sustentabilidade pessoal.
- Dados diários da semana com pontuações (Seg: 120, Ter: 85, Qua: 150, Qui: 95, Sex: 200, Sáb: 0, Dom: 0)
- Seção **"Detalhes do dia"** mostrando dados específicos:
 - Pontuação: 95 pontos
 - Consumo de energia: 8.7 kWh
 - Consumo de água: 102 litros
 - Lixo não reciclável: 6 litros
 - Transporte: Transporte público
- Quatro cards para inserção de dados:
 - Consumo de Energia
 - Consumo de Água

- Consumo de lixo não reciclável
- Transporte Utilizado
- Botões "ORC" e "Atualizar" na parte inferior
- Fundo suave em tom verde claro

6) Sobre nós:

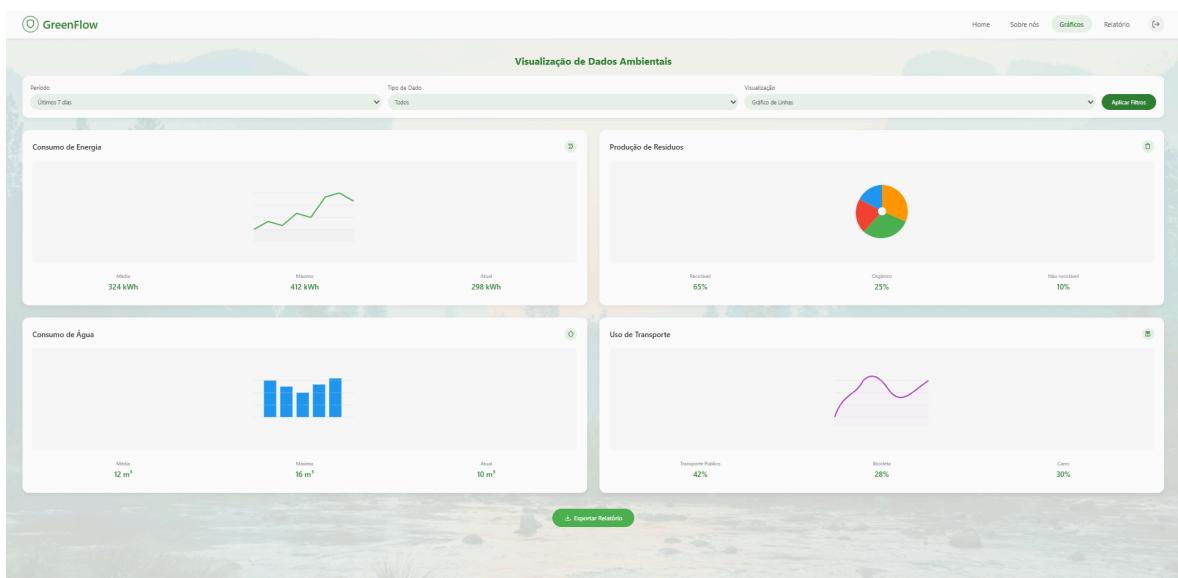
Esta página "Sobre nós" da GreenFlow apresenta:

- Cabeçalho com logo e menu de navegação (Home, Sobre nós, Gráficos, Relatório)
- Título principal "Conheça a GreenFlow"
- Subtítulo explicativo sobre transformar o monitoramento ambiental
- Imagem lateral de uma paisagem montanhosa com estrada
- Seção "Sobre a GreenFlow" com informações institucionais:
 - Fundação em 2022 e missão da empresa
 - Descrição da plataforma que monitora consumo de água, energia e resíduos
 - Menção às parcerias com empresas, escolas e comunidades
 - Descrição da equipe formada por especialistas em tecnologia e sustentabilidade

- Fundo com imagem de paisagem natural em tons suaves

A página apresenta informações sobre a história, missão e funcionamento da plataforma GreenFlow.

7) Gráficos (C12):



Esta é uma tela de visualização de dados ambientais da plataforma GreenFlow. Ela exibe quatro painéis principais:

1. **Consumo de Energia:** gráfico onde mostra o consumo de energia do usuário.
2. **Produção de Resíduos:** gráfico onde mostra a produção de resíduos do usuário.
3. **Consumo de Água:** gráfico onde mostra o consumo de água do usuário.
4. **Uso de Transporte:** gráfico onde mostra o uso de transporte do usuário.

A interface possui filtros para período (últimos 7 dias), tipo de dado e visualização. Um botão "Exportar Relatório" permite salvar estas informações.

8) Relatórios (C12):

Esta é a tela de Relatórios de Sustentabilidade do GreenFlow, onde são exibidos quatro relatórios (consumo de energia, consumo de água, gestão de resíduos e uso de transportes).

A interface possui filtros para tipo de relatório, período (último mês), datas inicial e final, e um botão para exportar todos os relatórios.

15. CRIPTOGRAFIA E DESCRIPTOGRAFIA DE DADOS

15.1. CRIPTOGRAFIA

A criptografia da mensagem utiliza uma abordagem baseada em matrizes.

O processo segue os seguintes passos:

- **Tabela de Associação:** Cada caractere da mensagem é convertido em um número conforme uma tabela de correspondência alfanumérica.
- **Organização da Mensagem:** A sequência numérica obtida é disposta em uma matriz M com dimensões adequadas à multiplicação com a matriz codificadora A.
- **Multiplicação Matricial:** A matriz M é multiplicada pela matriz A, gerando uma nova matriz N, que representa a mensagem criptografada.
- **Envio da Mensagem:** Os valores da matriz N são enviados como a mensagem criptografada.

15.2. DESCRIPTOGRAFIA

A descriptografia segue o processo inverso:

- **Cálculo da Inversa da Matriz A:** Para recuperar a matriz original, é necessário calcular A^{-1} , a inversa da matriz codificadora.
- **Recuperação da Matriz M:** A matriz recebida N é multiplicada por A^{-1} , obtendo novamente a matriz M.
- **Reconversão para Caracteres:** Os números obtidos em M são traduzidos de volta para letras usando a tabela de associação, reconstruindo a mensagem original.

16. PARÂMETROS

Os parâmetros monitorados e utilizados pelo sistema serão os seguintes:

- Consumo de Água;
- Consumo de Energia Elétrica;
- Uso de Transportes;
- Geração de Resíduos.

O principal meio de coleta dos parâmetros será por entrada manual, realizada pelo próprio usuário. Entretanto, para os parâmetros que suportam esta abordagem (inicialmente, consumo de água e consumo de energia elétrica), poderá ser utilizado um sistema de OCR (reconhecimento ótico de caracteres) para promover mais praticidade para o usuário. Entretanto, para parâmetros que não podem ser reconhecidos por meio de imagens, será necessária a entrada manual dos dados em um formulário.

Para cada parâmetro, o método de coleta se dá:

- Consumo de água: inserção manual ou “foto” do hidrômetro;
- Consumo de energia elétrica: inserção manual ou foto do medidor de energia elétrica (“relógio de luz”);
- Geração de resíduos: inserção manual do peso dos resíduos não-recicláveis e dos resíduos recicláveis;
- Uso de transporte: inserção manual do tipo de transporte e distância percorrida.

Quanto ao uso de transportes, será atribuído, para cada tipo de veículo disponibilizado - inicialmente: bicicleta, transporte público, carro compartilhado, carro individual e à pé -, um valor que representa a quantidade média de CO₂ emitida por km rodado. O resultado da somatória dos valores, dado pela fórmula abaixo, será a métrica utilizada para os cálculos:

$$T = \sum_{i=1}^n Vi \cdot di$$

Onde T é o valor total de CO₂ emitido, V é a emissão de CO₂ do tipo de veículo e d é a distância percorrida.

Quanto à geração de resíduos, será calculado o percentual de resíduos recicláveis para concessão de bônus de recompensa, utilizando da fórmula abaixo:

$$TR = \frac{R}{T}$$

Onde TR é o percentual de resíduos recicláveis, R é o valor bruto (em kg ou litros) da quantidade de resíduos recicláveis e T é o valor bruto (em kg ou litros) da quantidade total de resíduos gerados (recicláveis + não-recicláveis).

Os valores coletados serão normalizados antes de serem utilizados para gerar o índice de sustentabilidade. Desta forma a relação final de parâmetros e valores a serem utilizados fica:

- Consumo de água: valor total de consumo;
- Consumo de energia elétrica: valor total de consumo;
- Geração de resíduos (para normalização e cálculos): quantidade de resíduos não-recicláveis gerados;
- Geração de resíduos (para concessão de bônus): percentual de recicláveis;
- Uso de transporte: somatória da emissão de CO₂.

17. PONDERAÇÕES

A integração dos parâmetros será feita em duas etapas: normalização e ponderação final, visando a geração de um índice de sustentabilidade balanceado e ajustado aos fatores externos de cada usuário. Quanto à normalização, cada parâmetro impacta o Meio Ambiente de forma diferente e com pesos diferentes—um litro de água desperdiçada não é equivalente, em termos de impacto, a um quilo de CO₂ emitido.

Desta maneira, a etapa de normalização irá converter cada parâmetro em uma escala comum utilizando do método de normalização *min-max*, representado pela fórmula:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

Onde x' é o valor normalizado, x é o valor original, $\min(x)$ é o valor mínimo que x pode assumir e $\max(x)$ é o valor máximo.

Com os valores normalizados, podemos utilizar a média ponderada e atribuir pesos para cada parâmetro de acordo com o nível de impacto. Por exemplo, podemos atribuir um peso maior para a emissão de CO₂ e um peso menor para o consumo exacerbado de água. Podemos obter o índice de sustentabilidade individual (ISI), que será a métrica base de todo sistema, com a fórmula:

$$ISI = 1 - \left(\frac{A \cdot 0.2 + E \cdot 0.3 + T \cdot 0.35 + R \cdot 0.15}{1} \right)$$

Onde A é o consumo de água, E é o consumo de energia elétrica, T é o uso de transporte e R é a proporção da geração de resíduos.

É importante destacar que os pesos atribuídos representam, de maneira arbitrária, o nível de importância/impacto de um parâmetro sobre os outros. Desta forma, tanto a fórmula quanto os pesos podem sofrer alterações, futuramente, em decorrência de formas mais ideais de calcular e/ou representar o impacto individual que cada pessoa pode ter sobre o Meio Ambiente. De forma semelhante, a determinação dos valores mínimos e máximos para a normalização será feita posteriormente, após análise e estudo de valores de consumo e estará, também, sujeita a mudanças.

18. ESTATÍSTICA

Para realização das correlações, será necessário implementar técnicas estatísticas e de Machine Learning para interpretação e geração de métricas úteis, dada a baixa complexidade do projeto os métodos adotados serão inicialmente:

- **Coeficiente de correlação de Spearman:** também chamada de “rô de Spearman”, esta técnica mede o grau de correlação entre duas variáveis não-lineares de escala métrica (contável ou mensurável) e gera um coeficiente entre -1 e 1. Onde, quanto mais perto dos extremos, mais correlacionados estão as variáveis.
- **Árvore de Decisão:** um algoritmo recursivo de Machine Learning utilizado para regressão ou classificação, utiliza de “galhos” com parâmetros para determinar o resultado final. Se utilizada como algoritmo de regressão, gera um valor a partir dos dados fornecidos.

Utilizando do coeficiente de Spearman para determinar a correlação entre o valor do parâmetro atual com o valor do parâmetro passado, pode-se observar uma melhora ou piora da estabilidade ao longo do tempo. E utilizando da árvore de regressão, podemos obter um valor estimado futuro do parâmetro, sendo o tempo determinado pela frequência da coleta de dados.

Os métodos acima estão sujeitos a mudanças em decorrência de formas melhores de padronizar, caracterizar e categorizar os parâmetros de sustentabilidade medidos pelo sistema.

19. AÇÕES

As ações são divididas em dois grupos: **notificações** e **alertas**. Ambas têm como objetivo principal orientar o usuário, mas diferem no tom e na motivação.

As **notificações** são mensagens de caráter positivo, geralmente enviadas quando o sistema detecta alguma melhora no comportamento do usuário ou identifica oportunidades para redução de impacto ambiental. Por exemplo, quando o usuário consegue reduzir seu consumo de energia elétrica em comparação com o mês anterior. Outros gatilhos incluem manter uma tendência positiva (como dois meses consecutivos de queda na geração de resíduos), e atingir um novo máximo no índice de sustentabilidade.

Já os **alertas** são mensagens com tom mais cauteloso, utilizadas para sinalizar desvios negativos ou eventos fora do padrão. Um alerta pode ser gerado, por exemplo, quando há um aumento no consumo de água em relação à média das últimas semanas, ou quando se identifica uma tendência negativa contínua. Outro exemplo de gatilho de alerta ocorre quando o sistema detecta ou prevê um pico anormal de consumo.

Os critérios de geração dessas ações são definidos com base em análises comparativas - com o histórico individual do próprio usuário - e com o apoio de métodos estatísticos e algoritmos de Machine Learning.

Além disso, o sistema pode incluir feedback gamificado, no qual os alertas ou notificações liberam recompensas, promovendo o engajamento contínuo do usuário com o sistema.

A definição final das ações geradas, e critérios de geração, serão determinadas posteriormente, no desenvolvimento do back-end, estando sujeitas a mudanças em decorrência de melhores formas de notificar o usuário sobre a sua sustentabilidade.

20. RECOMPENSAS

A....

21. MODELAGEM DO BANCO DE DADOS

A.....

22. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do **Sistema de Monitoramento de Sustentabilidade Pessoal** permitiu a criação de uma solução voltada para a conscientização e acompanhamento dos hábitos sustentáveis dos usuários. O projeto cumpriu os objetivos propostos, garantindo a implementação de um sistema que possibilitasse o registro e a análise do consumo de **água, energia elétrica, geração de resíduos e uso de transporte**.

Através das etapas de **levantamento de requisitos, desenvolvimento do banco de dados e implementação do sistema**, foi possível consolidar uma ferramenta que oferece ao usuário uma visão detalhada de seu impacto ambiental, incentivando práticas mais sustentáveis no dia a dia. Além disso, o sistema foi estruturado para operar de maneira eficiente dentro das limitações tecnológicas estabelecidas, utilizando Python e um banco de dados relacional.

22.1. RESULTADOS OBTIDOS

Durante o desenvolvimento, os seguintes resultados foram alcançados:

- **Cadastro e monitoramento diário** dos hábitos de sustentabilidade do usuário;
- **Armazenamento estruturado** dos dados em um banco de dados relacional;
- **Classificação do nível de sustentabilidade** com base nos critérios estabelecidos no projeto;
- **Interface funcional e intuitiva**, garantindo facilidade na inserção e consulta dos dados;
- **Implementação de cálculos estatísticos**, permitindo a visualização de médias de consumo e impacto ambiental;
- **Uso de ferramentas de versionamento (Git/GitHub)** para controle e rastreamento do código-fonte;

- **Gerenciamento do desenvolvimento via metodologia ágil (Kanban)** utilizando Trello ou similar.

O sistema atendeu aos requisitos funcionais e não funcionais definidos inicialmente, garantindo uma aplicação coerente com a proposta do projeto.

22.2. SUGESTÕES DE MELHORIA

Durante o desenvolvimento do projeto, algumas sugestões de melhorias foram identificadas e podem ser consideradas para versões futuras do sistema:

- **Automação da coleta de dados**, permitindo a integração com sensores inteligentes para um monitoramento mais preciso;
- **Expansão para um modelo comunitário**, possibilitando que grupos ou comunidades comparem seus índices de sustentabilidade e incentivem boas práticas coletivas;
- **Uso de inteligência artificial** para análise e sugestões automatizadas de economia de recursos;
- **Disponibilização do sistema na web**, permitindo o acesso remoto e o armazenamento em nuvem.

23. REFERÊNCIAS

IBERDROLA. **ODS 12 - Consumo e Produção Sustentáveis: Metas do ODS 12: Produção e consumo responsáveis.** [S. I.], 2024. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/comprometidos-objetivos-desenvolvimento-sustentavel/ods-12-producao-e-consumo-sustentaveis>.

IBERDROLA. **ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima: Metas do ODS 13: Ação climática.** [S. I.], 2024. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/comprometidos-objetivos-desenvolvimento-sustentavel/ods-13-acao-climatica>.

WIKIPEDIA. **Coeficiente de correlação de postos de Spearman.** [S. I.], [s. d.]. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_correla%C3%A7%C3%A3o_de_postos_de_Spearman.

LIMA, M. **O que é correlação de Spearman?** *Blog Psicometria Online*, 2021. Disponível em: <https://www.blog.psicometriaonline.com.br/o-que-e-correlacao-de-spearman/>.

SACRAMENTO, Gabriel. **Árvores de decisão.** *Tera Blog*, [s. d.]. Disponível em: <https://blog.somostera.com/data-science/arvores-de-decisao>.

CODECADEMY. **Normalization.** *Codecademy*, 2023. Disponível em: <https://www.codecademy.com/article/normalization>.