

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SUL-RIO-GRANDENSE – CÂMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA  
CURSO TÉCNICO EM DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

**Software para Simulação de Compostagem**

**Pedro Freitas Pereira**

Pelotas, dezembro de 2023.

**Pedro Freitas Pereira**

## **Software para Simulação de Compostagem**

Projeto de Desenvolvimento de Sistema apresentado como requisito na disciplina de Metodologia da Pesquisa I do curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – *Campus* Pelotas - Visconde da Graça.

Orientador: Prof. João Ladislau Barbará Lopes

Pelotas, dezembro de 2023.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>1.1 TEMA</b>	<b>4</b>
<b>1.2 MOTIVAÇÕES</b>	<b>5</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
<b>2. ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS</b>	<b>6</b>
2.1 MÉTODOS DE ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS	6
2.2 REQUISITOS FUNCIONAIS	6
2.3 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	7
<b>3. MODELAGEM</b>	<b>8</b>
3.1 MODELO DE CASOS DE USO	8
3.2 MODELAGEM CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS	8
3.3 MODELAGEM LÓGICA DO BANCO DE DADOS	9
<b>4. TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	<b>11</b>
<b>5. DESCRIÇÃO DO SISTEMA</b>	<b>12</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>23</b>
<b>APÊNDICE I - Instruções SQL para Criação da Base de Dados</b>	<b>24</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

A compostagem é uma técnica de decomposição controlada de resíduos orgânicos que tem sido cada vez mais utilizada como alternativa sustentável para o gerenciamento de resíduos sólidos. No entanto, a compostagem é um processo complexo que depende de uma série de fatores, como a umidade, temperatura, pH e conteúdo de nutrientes do material compostado. Nesse sentido, a simulação computacional pode ser uma ferramenta útil para entender melhor o processo de compostagem e otimizar o seu desempenho.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um software para simulação de compostagem. O software permitirá ao usuário simular o processo de compostagem para diferentes tipos de resíduos orgânicos, controlando variáveis como temperatura, umidade e pH. Com isso, será possível avaliar o desempenho da compostagem.

Este trabalho contribui para a área de gerenciamento de resíduos sólidos, oferecendo uma ferramenta de simulação que pode ser utilizada por alunos e professores no desenvolvimento de componentes curriculares que abordam o tema da compostagem, especialmente em situações em que não há possibilidade de realização de aulas práticas. Também, de modo geral, este software de simulação oferece suporte a todos que trabalham com compostagem e estão interessados em simular a transformação dos materiais em um composto orgânico antes da construção de uma composteira.

Particularmente, o software desenvolvido neste trabalho será empregado como parte de um produto educacional a ser desenvolvido por aluno do Mestrado em Ciências e Tecnologias na Educação do CaVG/IFSul, estando prevista sua utilização em um componente curricular do Curso Técnico em Meio Ambiente.

### **1.1 TEMA**

O tema deste trabalho está relacionado com a área de gerenciamento de resíduos sólidos, contemplando o desenvolvimento de um software para simulação de compostagem, com aplicação na área de educação.

## **1.2 MOTIVAÇÕES**

A motivação central deste trabalho decorre de situações verificadas em muitos cursos da área de meio ambiente que não têm condições de oferecer aos estudantes a realização de aulas práticas relativas à compostagem. Além disso, mesmo que tenham a possibilidade de ter aulas práticas, a compostagem é um processo usualmente lento, então muitas vezes não é possível observar se determinadas combinações de materiais, bem como determinadas condições ambientais são adequadas para a construção de uma composteira.

Nesse sentido, um software de simulação, a partir de configurações previamente estabelecidas, pode proporcionar a observação rápida destes aspectos, simulando a transformação dos materiais em um composto orgânico, indicando, por exemplo, quanto tempo demoraria para essa transformação, comparando a combinação de diferentes materiais, ajustando a influência de fatores como PH e umidade.

## **1.3 OBJETIVOS**

Desenvolver um software para simulação do processo de compostagem de materiais orgânicos, direcionado à utilização como um recurso de apoio pedagógico aos componentes curriculares de cursos da área de meio ambiente que abordam o conteúdo relativo à compostagem.

Para atingir esse objetivo geral devem ser contemplados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os requisitos funcionais e não funcionais para implementar o software conforme a necessidade de seus usuários.
- Construir a base de dados e as funcionalidades necessárias para atender o processo de simulação da compostagem.
- Prover as informações necessárias aos docentes e estudantes para suporte ao processo de ensino e de aprendizagem dos componentes curriculares que venham a utilizar este software.

## 2. ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS

### 2.1 MÉTODOS DE ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS

As informações para a especificação de requisitos foram obtidas através de reuniões com o estudante do mestrado, tendo em vista a integração deste software de simulação ao produto educacional do referido estudante, conforme explicado na introdução deste texto.

### 2.2 REQUISITOS FUNCIONAIS

O sistema deve disponibilizar as seguintes funcionalidades, descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Requisitos funcionais

NOME	REQUISITO	DESCRIÇÃO
REF01	Registrar materiais	O sistema deve permitir o registro de materiais a serem compostados, incluindo o código do material e uma descrição.
REF02	Registrar informações da composteira	O sistema deve permitir o registro das informações da composteira, incluindo os materiais, a ordem das camadas, a umidade e a temperatura.
REF03	Definir regras de compostagem	O sistema deve permitir a definição de regras para compostagem.
REF04	Cadastrar categorias de materiais	O sistema deve permitir o cadastro de categorias de materiais para facilitar a seleção e combinação de diferentes tipos de

		materiais.
REF05	Simular compostagem	O sistema deve permitir a simulação do período de compostagem com base nos materiais selecionados e nas condições da composteira.

Fonte: elaborado pelo autor

### 2.3 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

As características apresentadas no Quadro 2 descrevem aspectos não funcionais que devem ser contemplados pelo sistema.

Quadro 2 - Requisitos não funcionais

NOME	REQUISITO	DESCRIÇÃO
RNF01	Usabilidade	O sistema deve ser fácil de usar e ter uma interface intuitiva para que os usuários possam navegar facilmente e realizar as tarefas desejadas.
RNF02	Desempenho	O sistema deve ter um bom desempenho, ser responsivo e garantir que as informações sejam processadas rapidamente.
RNF03	Manutenibilidade	O sistema deve ser fácil de manter e atualizar, com um código limpo e bem documentado para facilitar a manutenção futura.

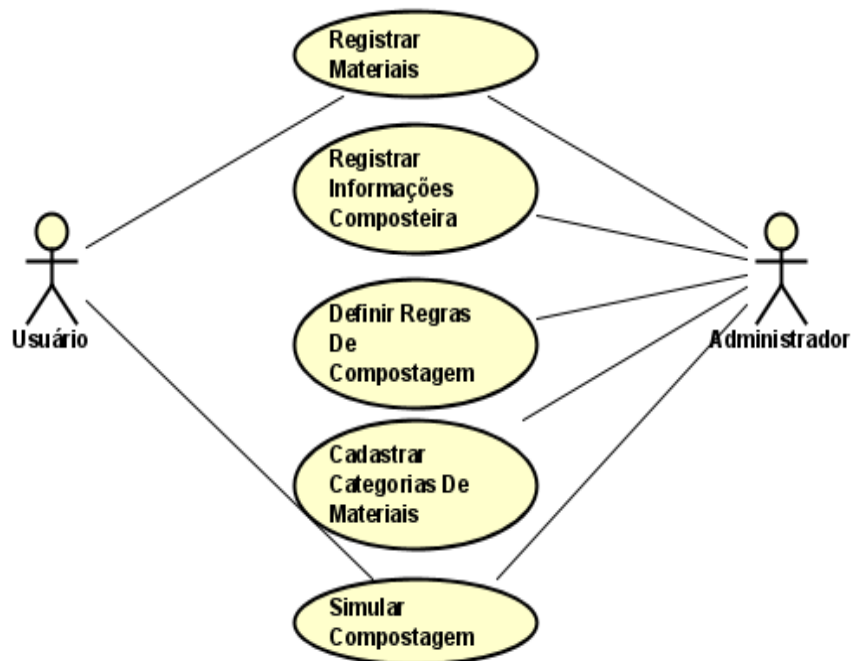
Fonte: elaborado pelo autor

### 3. MODELAGEM

#### 3.1 MODELO DE CASOS DE USO

O Diagrama de Casos de Uso, mostrado na Figura 1, descreve graficamente o conjunto de ações executadas pelo sistema e sua interação com os atores. O sistema possui dois atores interagindo com os casos de uso.

Figura 1 - Diagrama de Casos de Uso



Fonte: elaborado pelo autor

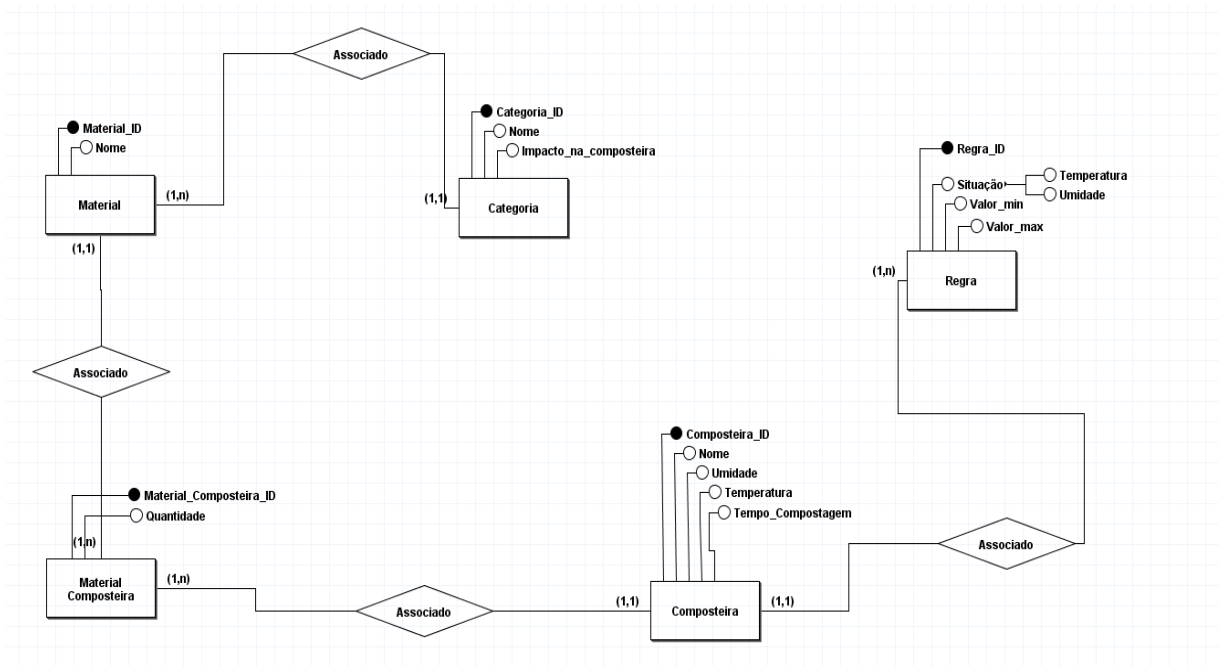
#### 3.2 MODELAGEM CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS

A modelagem conceitual do banco de dados é descrita através do modelo de entidade e relacionamento (modelo ER). Este modelo apresenta a visão que o usuário tem dos dados, não se preocupando em representar como estes dados estarão realmente armazenados.

A Figura 2 mostra a representação gráfica do modelo ER, o Diagrama de Entidade e Relacionamento. Este diagrama tem como objetivo descrever as entidades que representam os dados que devem ser armazenados, bem como os relacionamentos que existem entre estas entidades.



Figura 2 - Diagrama de Entidade e Relacionamento



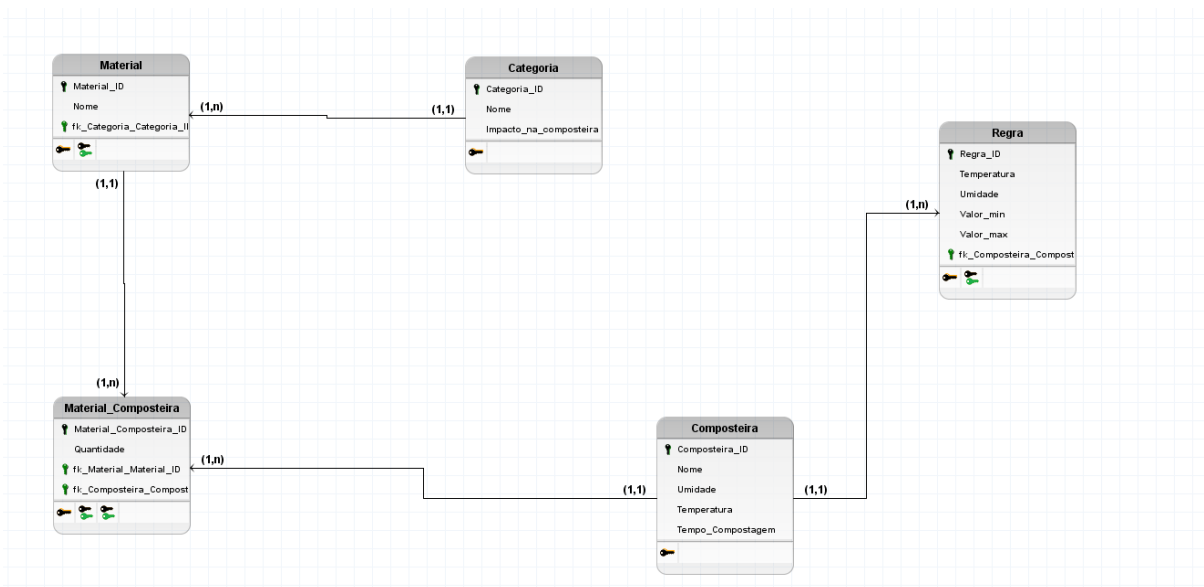
Fonte: elaborado pelo autor

### 3.3 MODELAGEM LÓGICA DO BANCO DE DADOS

Um modelo lógico de banco de dados é uma representação abstrata e independente de plataforma dos dados que serão armazenados em um banco de dados. Ele descreve a estrutura dos dados, as relações entre eles e as restrições que se aplicam aos dados.

O objetivo principal é definir como os dados serão organizados e acessados, sem se preocupar com os detalhes de implementação física, como o armazenamento em disco ou a linguagem de consulta específica do banco de dados.

Figura 3 - Diagrama Lógico



Fonte: elaborado pelo autor

#### 4. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

O curso abrangeu diversas linguagens de programação, cada uma com funções específicas, incluindo aquelas adequadas para softwares desktop, programação móvel e desenvolvimento web. O trabalho em questão utiliza tecnologias web, e as linguagens destacadas são:

- **HTML (Hypertext Markup Language):** Criada por Tim Berners-Lee, é fundamental para a estruturação e organização de conteúdo em páginas web. Permite a inserção de elementos e define a base de um website.
- **CSS (Cascading Style Sheets):** Utilizado em conjunto com HTML, trata-se de uma folha de estilo que facilita a formatação e apresentação visual de páginas web. É fácil de aprender e integrar com linguagens de marcação.
- **JavaScript:** Linguagem de programação de alto nível inicialmente desenvolvida para manipular comportamentos em páginas web. Executa no navegador e contribui para a interatividade e dinamismo das páginas.
- **PHP:** Linguagem de programação interpretada, de código aberto, voltada para construção de sites dinâmicos e integração de aplicações. Executa no lado do servidor, permitindo a geração de conteúdo dinâmico na web.
- **MySQL:** Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional (SGBD), adotado para criar e gerenciar bancos de dados baseados no modelo relacional. Utilizado na construção da base de dados do sistema, com acesso via PHPMyAdmin para definição e manipulação de dados.

Em resumo, o desenvolvimento do trabalho envolve a combinação dessas linguagens e tecnologias para criar um sistema web dinâmico, utilizando HTML para estrutura, CSS para estilização, JavaScript para interatividade, PHP para lógica do lado do servidor, e MySQL para gerenciamento de banco de dados.

## **5. DESCRIÇÃO DO SISTEMA**

Este projeto, denominado SimComp, surge da necessidade de enfrentar os desafios frequentemente encontrados em cursos de meio ambiente, nos quais a realização de aulas práticas sobre compostagem pode ser impraticável. Mesmo quando as práticas são possíveis, a compostagem é um processo notavelmente lento, dificultando a observação imediata da adequação de combinações de materiais e condições ambientais para a construção de uma composteira.

Com o propósito de superar tais limitações, propomos o desenvolvimento de um software de simulação dedicado, o SimComp. Este software possibilitará a observação diversos aspectos do processo de compostagem, simulando a transformação de materiais em composto orgânico. Através de configurações predefinidas, os usuários poderão analisar a influência de diferentes combinações de materiais, ajustar variáveis como temperatura e umidade, e avaliar o tempo estimado necessário para a transformação desejada.

Essa abordagem não apenas oferecerá uma alternativa prática para cursos que enfrentam desafios logísticos na realização de aulas práticas de compostagem, mas também possibilitará uma análise e comparativa de diferentes cenários, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada do processo de compostagem.

### **TELA INICIAL**

Ao acessar o sistema, o usuário será apresentado a um menu contendo cinco opções principais, a saber: cadastrar categoria, cadastrar material, criar composteira, definir regras e realizar simulação. Este conjunto de funcionalidades proporciona uma abordagem abrangente para gerenciar e organizar informações relevantes no contexto do sistema em questão, proporcionando uma experiência completa e integrada para o usuário.

Figura 4 - Tela inicial



Fonte: elaborado pelo autor

## TELA DE CADASTRO DE CATEGORIA

Na tela de cadastro de categoria, o usuário terá a opção de inserir o nome desejado para a categoria e selecionar se a categoria que ele irá cadastrar será própria para compostagem ou imprópria.

Figura 5 - Tela de Cadastro de Categoria

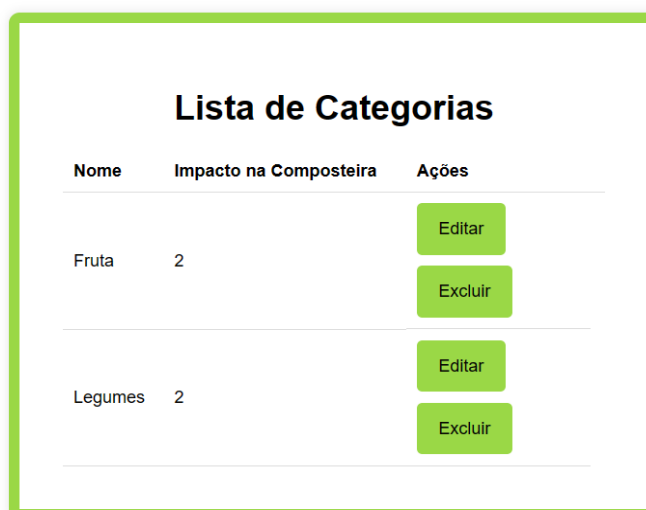
A tela de cadastro de categoria, intitulada 'Categoria', contém os seguintes elementos: um campo de texto para 'Nome da Categoria' com o placeholder 'Digite o nome da categoria'; um menu suspenso para 'Impacto na Composteira' com 'Impróprio' selecionado; um botão verde 'Salvar'; e um botão verde 'Categorias Existentes' na base da tela.

Fonte: elaborado pelo autor

## TELA LISTAGEM DE CATEGORIAS

Ao clicar no botão 'Categorias Existentes' na tela anterior, o usuário é redirecionado para esta tela, na qual estão todas as categorias já registradas anteriormente. São exibidos os dados das mesmas, como o nome e o código de impacto na composteira, sendo 1 para 'Impróprio' e 2 para 'Próprio'.

Figura 6- Tela de Listagem de Categorias



Nome	Impacto na Composteira	Ações
Fruta	2	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Excluir"/>
Legumes	2	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Excluir"/>

Fonte: elaborado pelo autor

## TELA EDIÇÃO DE CATEGORIAS

Nesta tela de edição, o usuário tem a opção de alterar o nome da categoria e o seu impacto na composteira.

Figura 7 - Tela de Edição de categorias



**Editar Categoria**

Nome:

Impacto na Composteira:

**Fonte: elaborado pelo autor**

## **TELA CADASTRO DE MATERIAIS**

Na tela de cadastro de materiais, o usuário terá a opção de inserir o nome desejado para o material e selecionar a categoria à qual ele irá integrar.

Figura 8- Tela de Cadastro de Materiais



**Cadastro de Material**

Nome do Material:

Categoria:

**Fonte: elaborado pelo autor**

## **TELA LISTAGEM DE MATERIAIS**

Ao clicar no botão 'Materiais Existentes' na tela anterior, o usuário é redirecionado para esta tela, na qual estão todos os materiais já registrados anteriormente. São exibidos os dados dos materiais, como o nome e a categoria à qual pertencem

Figura 9- Tela de Listagem de Materiais

Lista de Materiais		
Nome	Categoria	
Laranja	Fruta	<input type="button" value="Editar"/>
		<input type="button" value="Excluir"/>
banana	Fruta	<input type="button" value="Editar"/>
		<input type="button" value="Excluir"/>

Fonte: elaborado pelo autor

## TELA EDIÇÃO DE MATERIAIS

Na tela de edição de materiais, o usuário poderá alterar o nome do material e a categoria à qual ele pertence.

Figura 10- Tela de Edição de Materiais



Editar Material	
Nome do Material:	<input type="text" value="Laranja"/>
Categoria:	<input type="text" value="Fruta"/>
	<input type="button" value="Salvar"/>

Fonte: elaborado pelo autor

## TELA CRIAÇÃO DA COMPOSTEIRA

Nesta tela, o usuário irá criar a sua composteira, atribuindo um nome, selecionando a temperatura e umidade desejadas, escolhendo os materiais a serem



utilizados na composteira e, por fim, definindo o número de dias para o processo de compostagem.

Figura 11 - Tela de Criação de Composteira



### Composteira

Nome da Composteira:

Umidade:

Temperatura:

Selecione os Materiais: (Pressione CTRL para a seleção 2 ou mais materiais)

Tempo De Compostagem (em dias):

Fonte: elaborado pelo autor

## TELA LISTAGEM DE COMPOSTEIRAS

Ao clicar no botão 'Composteiras Já Registradas' na tela anterior, o usuário é redirecionado para esta tela, na qual estão todas as composteiras já registradas anteriormente. São exibidos os dados da composteira, incluindo o nome, temperatura, umidade, materiais utilizados e o tempo de compostagem.

Figura 12 - Tela de Listagem de Composteiras

---

## Listar Composteiras

ID	Nome	Umidade	Temperatura	Materiais	Tempo de Compostagem (dias)
24	PEDRO	24	25	Laranja	80

---

Fonte: elaborado pelo autor

## TELA EDIÇÃO DE COMPOSTEIRAS

Nesta tela, será realizada a edição da composteira, onde o usuário poderá editar o nome, umidade, temperatura, os materiais presentes e o tempo de compostagem da composteira.

Figura 13 -Tela de Edição de Composteiras



### Editar Composteira

Nome da Composteira:

Umidade:

Temperatura:

Selecione os Materiais:

Tempo De Compostagem (em dias):

Fonte: elaborado pelo autor

## REGRAS

Nesta tela, o usuário irá predefinir as regras da composteira que selecionar, estabelecendo os parâmetros mínimo e máximo de temperatura e umidade.

Figura 14 - Tela de Cadastro de Regra



### Cadastro de Regra

#### Temperatura

Valor Mínimo:

Valor Máximo:

#### Umidade

Valor Mínimo:

Valor Máximo:

Selecione a Composteira:

PEDRO ▾

Cadastrar Regra

Regras Já Registradas

Fonte: elaborado pelo autor

## TELA DE LISTAGEM DE REGRAS

Ao clicar no botão 'Regras Já Registradas' na tela anterior, o usuário é redirecionado para esta tela, onde estão todas as regras já registradas e predefinidas anteriormente. São exibidos todos os dados das regras.

Figura 15 - Tela de Listagem de Regras



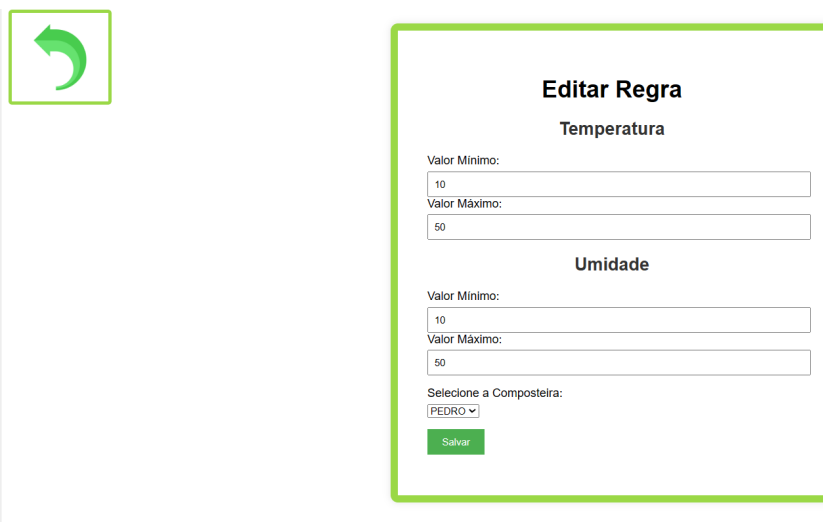
Listagem de Regras						
ID	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima	Umidade Mínima	Umidade Máxima	Composteira	Ações
26	10	50	10	50	PEDRO	<p>Editar</p> <p>Excluir</p>

Fonte: elaborado pelo autor

## TELA EDIÇÃO DE REGRAS

Nesta tela, o usuário realizará a edição das regras, onde poderá alterar os valores mínimos e máximos de umidade e temperatura, bem como a composteira à qual as regras serão associadas.

Figura 16 - Tela de Edição de Regras



**Editar Regra**

Temperatura

Valor Mínimo:  
10

Valor Máximo:  
50

Umidade

Valor Mínimo:  
10

Valor Máximo:  
50

Selecione a Composteira:  
PEDRO

Salvar

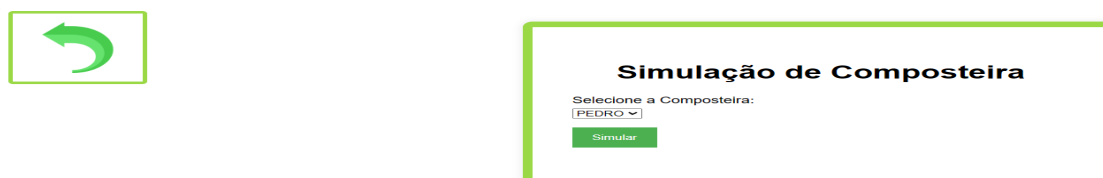
Fonte: elaborado pelo autor

## TELA DE SIMULAÇÃO

Após o usuário concluir todos os passos anteriores, nesta tela, ele selecionará a composteira desejada para simulação, obtendo assim o resultado, que pode ser negativo ou positivo.

Figura 17 - Tela de Simulação

Fonte: elaborado pelo autor



**Simulação de Composteira**

Selecione a Composteira:  
PEDRO

Simular

## TELA DE SUCESSO NA SIMULAÇÃO

Caso as predefinições do usuário estejam dentro dos padrões, esta tela será exibida, apresentando os dados que contribuíram para o sucesso da composteira. Isso permitirá que o usuário compreenda o processo de compostagem.

Figura 18 - Tela de Sucesso na Simulação

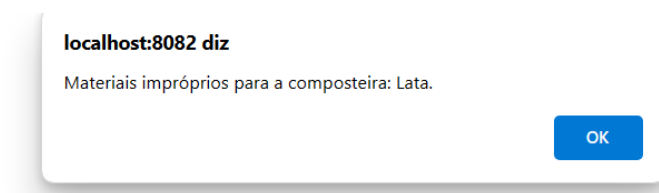


Fonte: elaborado pelo autor

## TELA DE FALHA NA SIMULAÇÃO

Se as predefinições do usuário não estiverem dentro dos padrões, uma mensagem de erro será exibida, indicando que houve um problema com as predefinições. Isso impedirá a visualização dos dados relacionados ao sucesso da composteira.

Figura 19- Tela de Falha na simulação



Fonte: elaborado pelo autor

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o ano de 2023, foi elaborado o Simulador de Compostagem (SIMCOMP) com o intuito de apoiar as aulas do curso de Meio Ambiente, oferecendo uma abordagem prática e didática ao processo de compostagem.

No estágio atual do sistema, identificamos uma área de aprimoramento para futuras implementações. Torna-se crucial estabelecer uma conexão eficaz entre o banco de dados do SIMCOMP e as bases de dados locais dos usuários, permitindo a atualização contínua de informações sobre compostagem, como variedades de resíduos empregados e períodos de decomposição observados.

O desenvolvimento do SIMCOMP representou uma experiência desafiadora e enriquecedora. O conhecimento adquirido ao longo do projeto é significativo, e a busca por refinamentos na simulação evidencia o comprometimento constante com a excelência do sistema de simulação de compostagem.



## REFERÊNCIAS

CERRI, C. E. **Compostagem**. Piracicaba, SP. 2008.

HEUSER, C. A. **Projeto de banco de dados**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2009. 282 p.

LARMAN, C. **Utilizando UML e Padrões**. 3ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2011. 695 p.



## APÊNDICE I - Instruções SQL para Criação da Base de Dados

```
CREATE TABLE Categoria (  
    Categoria_ID INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,  
    Nome VARCHAR(255),  
    Impacto_na_composteira VARCHAR(255)  
);  
  
CREATE TABLE Material (  
    Material_ID INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,  
    Nome VARCHAR(255),  
    fk_Categoria_Categoria_ID INT,  
    FOREIGN KEY (fk_Categoria_Categoria_ID) REFERENCES Categoria  
    (Categoria_ID) ON DELETE RESTRICT  
);  
  
CREATE TABLE Composteira (  
    Composteira_ID INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,  
    Nome VARCHAR(255),  
    Umidade FLOAT,  
    Temperatura FLOAT,  
    Tempo_Compostagem VARCHAR(50) -- Alterado para VARCHAR  
);  
  
CREATE TABLE Regra (  
    Regra_ID INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,  
    Temp_min FLOAT,  
    Temp_max FLOAT,  
    Umid_min FLOAT,  
    Umid_max FLOAT,  
    fk_Composteira_Composteira_ID INT,  
    FOREIGN KEY (fk_Composteira_Composteira_ID) REFERENCES Composteira  
    (Composteira_ID) ON DELETE RESTRICT  
);  
  
CREATE TABLE Material_Composteira (  
    Material_Composteira_ID INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,  
    Quantidade INT,  
    fk_Material_Material_ID INT,  
    fk_Composteira_Composteira_ID INT,  
    FOREIGN KEY (fk_Material_Material_ID) REFERENCES Material  
    (Material_ID) ON DELETE RESTRICT,  
    FOREIGN KEY (fk_Composteira_Composteira_ID) REFERENCES Composteira  
    (Composteira_ID) ON DELETE RESTRICT  
);
```