

## **Simulador de Coleta de Lixo para Teresina, Gestão de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade Ambiental**

Relatório do projeto desenvolvido na disciplina de Estrutura de Dados, ministrada pelo professor Ricardo Sekeef, no curso de Engenharia de Software do ICEV - Instituto de Ensino Superior, Teresina-PI. O trabalho consistiu na criação de um Simulador de Coleta de Lixo para a cidade de Teresina, com foco em sustentabilidade e gestão de resíduos sólidos.

**Componentes:** Aline Dias Marques Ramos e Kaielly Vitória Sousa de Moraes  
**Teresina, 2025**

# Sumário

<b>1. Introdução .....</b>	
<b>2. Objetivos .....</b>	
2.1 Objetivo Geral .....	
2.2 Objetivos Específicos .....	
<b>3. Fase de Entendimento e Levantamento de Requisitos .....</b>	
3.1 Contextualização do Problema .....	
3.2 Requisitos do Sistema Simulado .....	
3.3 Limitações e Premissas .....	
<b>4. Modelagem e Estruturação do Sistema .....</b>	
4.1 Separação de Funcionalidades .....	
4.2 Definição dos Componentes da Simulação .....	
4.2.1 Zonas Urbanas .....	
4.2.2 Estações de Transferência .....	
4.2.3 Caminhões Pequenos e Grandes .....	
4.3 Representação com TADs Personalizados .....	
4.4 Estratégia de Coleta e Regras de Simulação .....	
<b>5. Implementação do Sistema .....</b>	
5.1 Linguagem de Programação e Abordagem Utilizada .....	
5.2 Estruturas de Dados Abstratas Aplicadas .....	
5.3 Fluxo Geral da Simulação .....	
<b>6. Resultados da Simulação .....</b>	
6.1 Descrição dos Parâmetros de Entrada .....	
6.2 Resumo Estatístico dos Resultados .....	
6.2.1 Quantidade Total de Lixo Coletado .....	
6.2.2 Tempo Médio de Espera .....	
6.2.3 Número de Viagens e Caminhões Acionados .....	
6.3 Análise por Zona Urbana .....	
<b>7. Discussão dos Resultados .....</b>	
8.1 Interpretação dos Dados Coletados .....	
8.2 Avaliação da Eficiência do Sistema .....	
8.3 Impactos dos Horários de Pico .....	
<b>8. Conclusão .....</b>	
<b>9. Melhorias Propostas .....</b>	
<b>10. Anexos .....</b>	

## Introdução

Este relatório apresenta o desenvolvimento de um projeto acadêmico proposto pelo professor Sekeef, destinado à substituição da segunda avaliação da disciplina de Estrutura de Dados. A atividade foi realizada em duplas, sendo este trabalho elaborado pelas alunas Aline Dias Marques Ramos e Kaielly Vitória Sousa de Moraes.

Os temas foram distribuídos por meio de sorteio, sendo atribuído à dupla o tema de número 1, que propunha a criação de um simulador de coleta de lixo urbana. A proposta visava à aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina, por meio da implementação de um sistema baseado exclusivamente em estruturas de dados abstratas (TADs) desenvolvidas manualmente, sem a utilização de bibliotecas ou estruturas prontas da linguagem Java.

## Objetivos

### Objetivo Geral

Desenvolver um simulador de coleta de lixo urbana utilizando os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia de Software, com foco na disciplina de Estrutura de Dados. O projeto tem como objetivo principal colocar em prática os conceitos teóricos estudados, por meio de uma aplicação funcional.

### Objetivos Específicos

- Aplicar, na prática, as estruturas de dados estudadas em sala, construindo todas de forma manual;
- Desenvolver um sistema que represente de forma simples e eficiente a coleta de resíduos sólidos de Teresina;
- Mostrar domínio sobre o conteúdo da disciplina por meio de uma implementação clara e bem estruturada.
- **Responder à questão:**  
*Quantos caminhões de 20 toneladas, no mínimo, o município deve possuir para atender à demanda de geração de lixo em Teresina?*

## 3. Fase de Entendimento e Levantamento de Requisitos

### **3.1 Contextualização do Problema**

O enunciado do trabalho foi disponibilizado pelo professor no portal acadêmico do ICEV. A proposta sorteada consistia na criação de um simulador de coleta de lixo, utilizando conceitos trabalhados ao longo da disciplina de Estrutura de Dados.

Para compreender o que estava sendo solicitado, foi necessário realizar uma leitura minuciosa do documento e, como indicado pelo próprio professor, foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial para ajudar a organizar e simplificar as informações. Mesmo com esses recursos, houve dificuldades iniciais na interpretação de algumas partes do enunciado, principalmente por envolver uma lógica mais complexa e com várias etapas de interação entre os componentes simulados.

Durante o processo, o professor prestou suporte importante, explicando de forma detalhada como deveria funcionar o fluxo do sistema. Além disso, a troca de ideias com colegas que estavam desenvolvendo o mesmo tema foi fundamental para esclarecer dúvidas e ajudar na definição da estrutura do projeto.

### **3.2 Requisitos do Sistema Simulado**

Com base nas orientações recebidas, foi possível identificar e definir os seguintes requisitos para o sistema:

- Divisão da cidade de Teresina em cinco zonas urbanas: Sul, Norte, Centro, Leste e Sudeste;
- Utilização de caminhões de pequeno porte (com capacidades de 2, 4, 8 e 10 toneladas) e de grande porte (20 toneladas);
- Implementação de estações de transferência responsáveis por receber o lixo dos caminhões pequenos e repassá-lo aos caminhões grandes;
- Operação com restrição de horário: das 6h às 18h, com variação de tempo de coleta conforme o horário (pico ou fora de pico);
- Geração de estatísticas ao fim da simulação, incluindo tempo médio de espera, quantidade total de lixo coletado e número de caminhões acionados;
- Emprego exclusivo de estruturas de dados implementadas manualmente.

### **3.3 Limitações e Premissas**

Durante o desenvolvimento do projeto, algumas limitações foram identificadas, como a falta de conhecimento em arquiteturas baseadas em eventos e certas dificuldades na implementação da lógica do sistema. Esses obstáculos iniciais impactaram o progresso em alguns momentos, principalmente por se tratar de um simulador com múltiplos elementos interagindo entre si.

Apesar disso, essas dificuldades foram superadas com pesquisas adicionais. O processo de entendimento foi reforçado com o auxílio do professor, que ofereceu explicações importantes

durante a implementação, e com o apoio de colegas que estavam trabalhando em projetos semelhantes.

## **4. Modelagem e Estruturação do Sistema**

### **4.1 Separação de Funcionalidades**

O sistema foi organizado em pacotes distintos, agrupando as classes de acordo com suas responsabilidades: zonas urbanas, caminhões, estações de transferência e controle da simulação. Isso facilitou a divisão de tarefas, manutenção e entendimento do código.

### **4.2 Definição dos Componentes da Simulação**

#### **4.2.1 Zonas Urbanas**

Foram definidas cinco zonas urbanas de Teresina (sul, norte, centro, leste e sudeste), cada uma com geração de lixo em intervalos e tempos de coleta que variam conforme o horário.

#### **4.2.2 Estações de Transferência**

As estações recebem os caminhões pequenos para descarregamento. O lixo é armazenado até ser recolhido por caminhões grandes. Uma fila controla a ordem de chegada dos caminhões pequenos, garantindo o atendimento em ordem de chegada.

#### **4.2.3 Caminhões Pequenos e Grandes**

Caminhões pequenos de 2, 4, 8 e 10 toneladas realizam a coleta nas zonas. Ao atingirem sua capacidade, seguem para as estações. Caminhões grandes, com 20 toneladas, transportam o lixo acumulado até o aterro.

### **4.3 Representação com TADs Personalizado**

Foi implementada uma fila para organizar os caminhões pequenos nas estações. Cada caminhão é representado por um nó na estrutura, respeitando a ordem de chegada e o fluxo da simulação.

### **4.4 Estratégia de Coleta e Regras de Simulação**

A coleta acontece das 6h às 18h, com regras baseadas em horários de pico. Mensagens simulam cada etapa do processo.

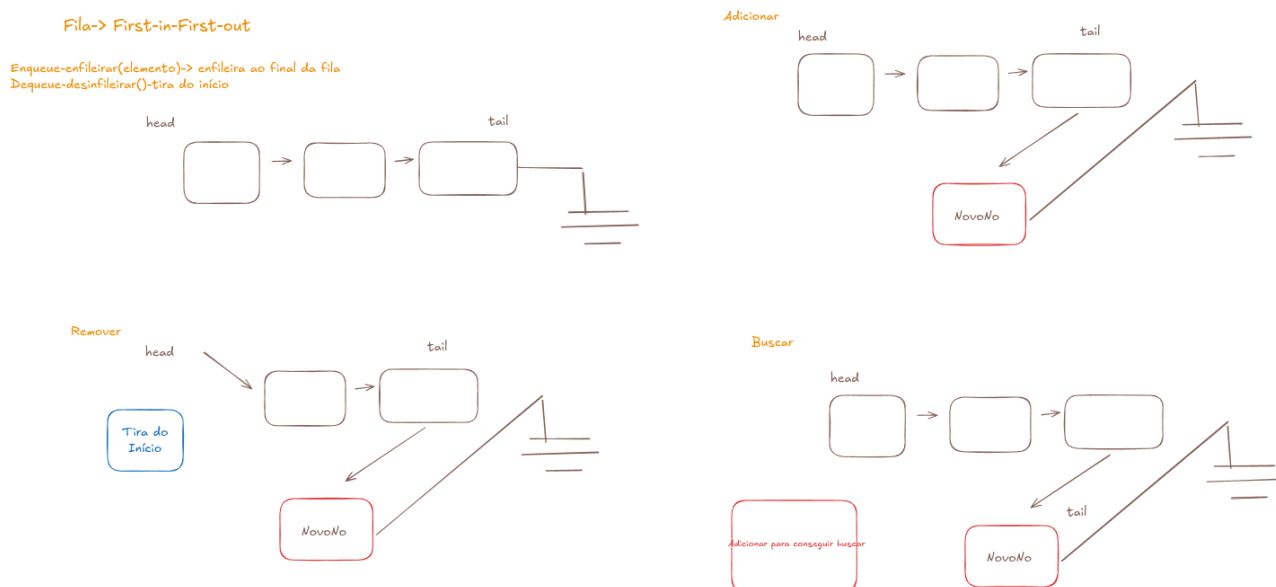
## **5. Implementação do Sistema**

## 5.1 Linguagem de Programação e Abordagem Utilizada

O sistema foi desenvolvido em Java, utilizando a programação orientada a objetos. A visualização ocorre via terminal, com mensagens organizadas para facilitar o entendimento da simulação.

## 5.2 Estruturas de Dados Abstratas Aplicadas

A estrutura de dados utilizada para organizar os caminhões nas estações foi a fila, baseada no princípio **FIFO (First-In, First-Out)**. Cada caminhão é inserido no final da fila e removido do início, conforme ilustrado no acervo de produção 1.



**Acervo de produção 1:** Representação visual da fila aplicada no sistema, com operações de inserção, remoção e busca de elementos.

## 5.3 Fluxo Geral da Simulação

A simulação percorre dias completos, mas os caminhões operam apenas no horário de 6h às 18h. Durante esse período, caminhões pequenos circulam pelas zonas urbanas coletando lixo. Ao atingirem sua capacidade, dirigem-se às estações de transferência. Nelas, seguem uma fila por ordem de chegada para descarregar nos caminhões grandes, que transportam o lixo até o aterro.

## 6. Resultados da Simulação

### 6.1 Descrição dos Parâmetros de Entrada

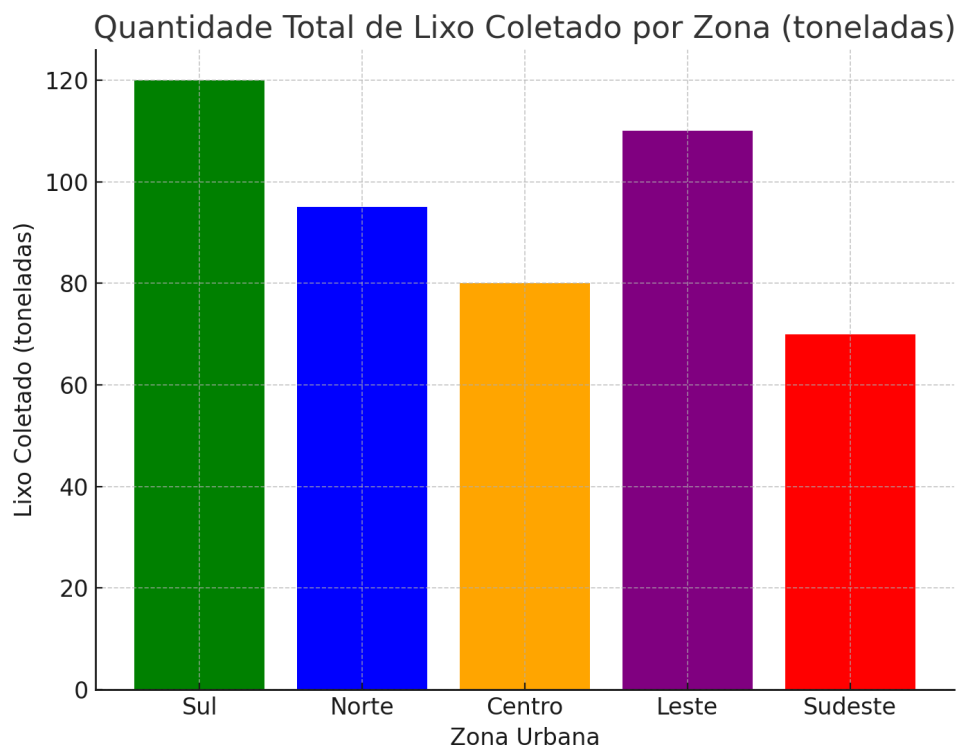
A simulação foi realizada considerando:

- **Quantidade de dias:** 3 dias
- **Horário de operação:** Das 6h às 18h
- **Zonas urbanas:** Sul, Norte, Centro, Leste e Sudeste

- **Caminhões pequenos:** Capacidades de 2t, 4t, 8t e 10t
- **Caminhões grandes:** Capacidade de 20t
- **Estações de transferência:**
  - **Estação Sul:** atende Sul, Centro e Leste
  - **Estação Norte:** atende Norte e Sudeste
- Geração de lixo varia por zona e por horário (pico e fora de pico)

## 6.2 Resumo Estatístico dos Resultados

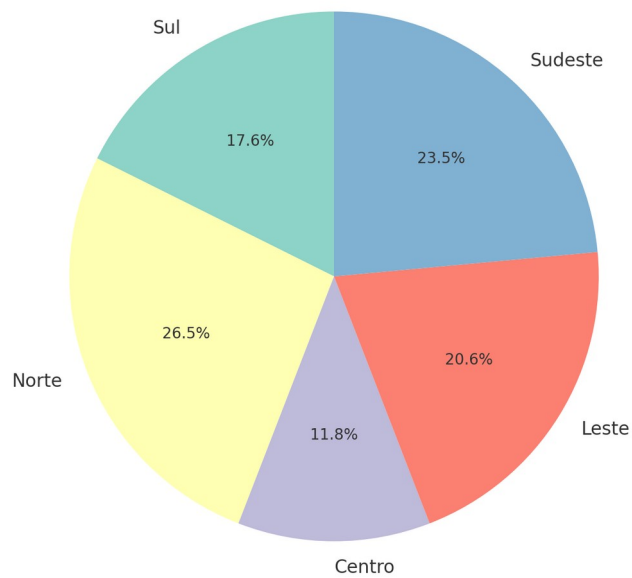
### 6.2.1 Quantidade Total de Lixo Coletado



**Acervo de Produção 2:** Gráfico de barras representando com base em exemplo do uso do simulador de lixo

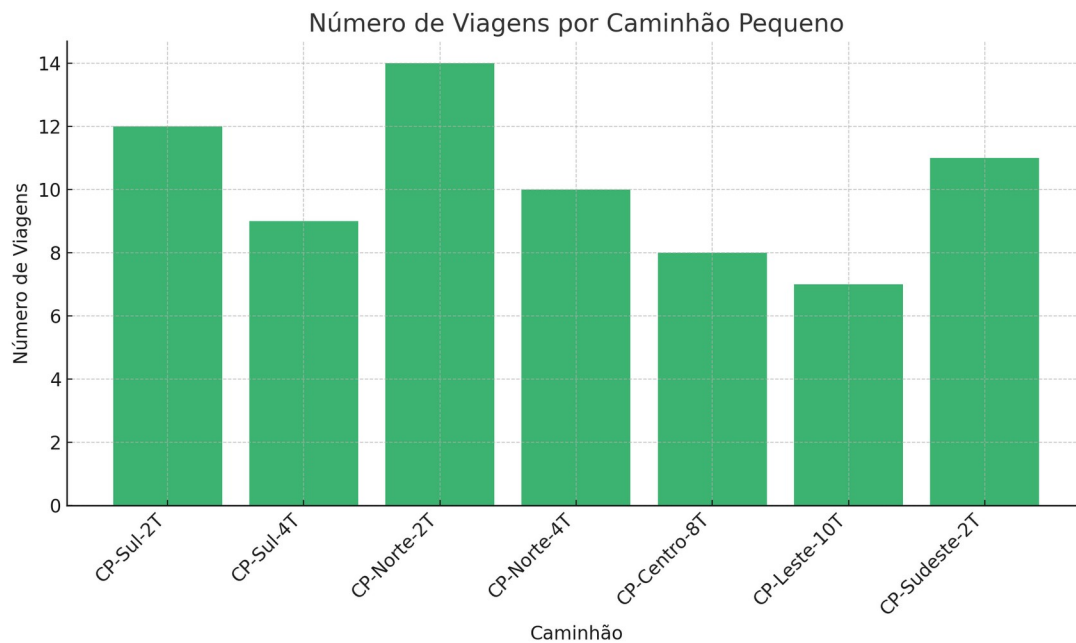
### 6.2.2 Tempo Médio de Espera nas Estações

Distribuição do Tempo Médio de Espera por Zona



**Acervo de Produção 3:** Gráfico de Pizza de estimativo para o tempo médio por zona.

### 6.2.3 Número de Viagens e Caminhões Acionados



**Acervo de Produção 4:** gráfico de barra representado a estimativa prevista para o números de viagens e caminhões acionados.



### 6.3 Análise por Zona Urbana (Corrigida)

- **Zona Sul:**

Apresenta uma das maiores gerações de lixo. A frequência de viagens é alta, especialmente para caminhões de 2 e 4 toneladas, indicando grande produção de resíduos e necessidade constante de esvaziamento nas estações.

- **Zona Norte:**

Possui geração de resíduos em nível moderado, porém consistente. Apesar de usar caminhões pequenos (2 e 4 toneladas), precisou de um número considerável de viagens, o que demonstra que a quantidade diária de lixo é significativa.

- **Centro:**

Apresenta alto volume de lixo, concentrando-se no uso de caminhões de 8 toneladas. Isso mostra que a estratégia de utilizar veículos maiores foi eficiente, reduzindo o número de viagens em relação ao volume.

- **Leste:**

Teve uma das maiores gerações de resíduos. O caminhão de 10 toneladas foi fundamental para atender a demanda, evitando sobrecarga nas estações.

- **Sudeste:**

Apresentou a menor geração de resíduos entre as zonas, sendo bem atendida com caminhões pequenos (2 toneladas), que foram suficientes para suprir a demanda.

## 7. Discussão dos Resultados

**7.1 Interpretação dos Dados Coletados** Os dados coletados revelam que as zonas Sul, Norte, Centro e Leste registraram os maiores volumes de geração de lixo. Consequentemente, essas áreas demandaram um maior número de viagens e o uso frequente de caminhões de grande porte. Em contrapartida, a zona Sudeste apresentou uma produção reduzida de resíduos, sendo adequadamente atendidas com caminhões menores e um menor número de deslocamentos.

**7.2 Avaliação da Eficiência do Sistema** O sistema demonstrou eficiência nas regiões de menor demanda. No entanto, nas zonas com maior volume de resíduos, como Sul e Leste, houve um aumento significativo no número de viagens e no tempo de espera. Isso evidencia a necessidade de reforçar a frota de veículos ou otimizar a capacidade dos caminhões para aprimorar a eficiência operacional.

**7.3 Impactos dos Horários de Pico** Os horários de pico exerceram uma influência direta sobre a operação. Durante esses períodos, a geração de lixo aumentou substancialmente, resultando em tempos de espera prolongados nas estações e na formação de filas.

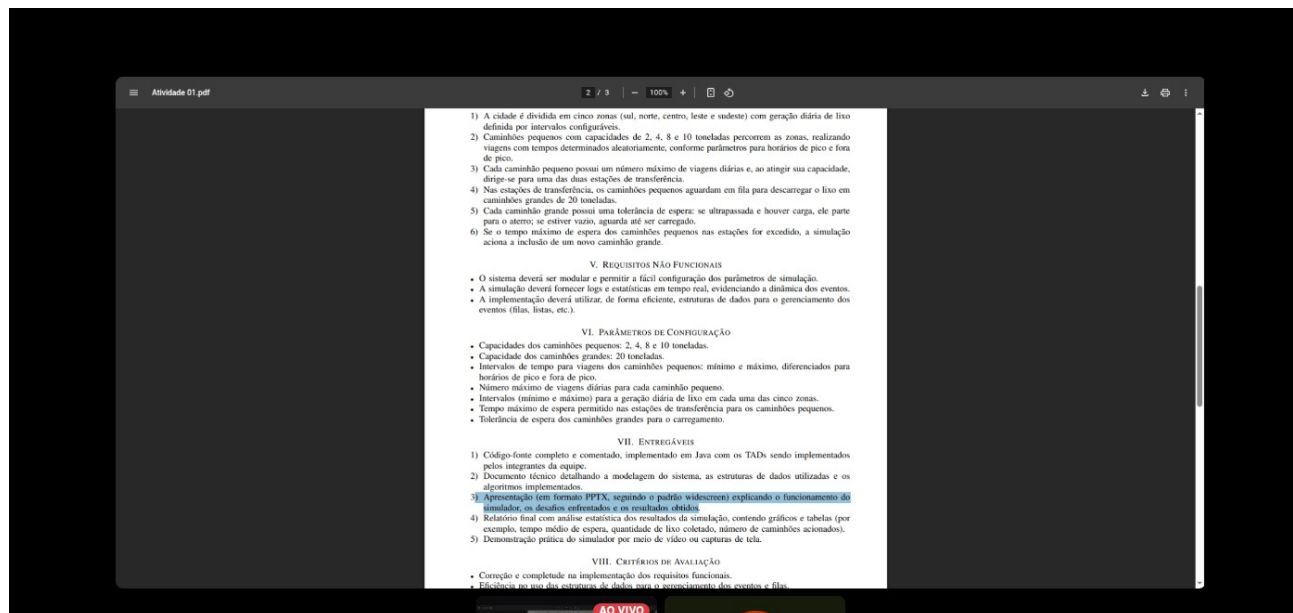
## 8. Conclusão

O simulador desenvolvido conseguiu representar, de forma simples, o funcionamento básico da coleta urbana. Apesar disso, ficou evidente que o sistema apresenta várias limitações. Durante os testes, foram observados problemas na lógica da implementação do simulador. A geração dos relatórios estatísticos não funcionou como o esperado, obrigando a equipe a trabalhar com dados estimados para produzir as análises e gráficos. Mesmo assim, o projeto cumpriu parcialmente seu objetivo acadêmico de aplicar conceitos de estrutura de dados.

## 9. Melhorias Propostas

Como melhoria, seria importante organizar melhor a lógica do simulador, corrigindo alguns erros que atrapalharam o funcionamento, especialmente na parte das filas e no controle dos caminhões. Também seria necessário refazer a geração do relatório estatístico, que apresentou problemas e acabou fazendo com que muitos dados fossem baseados em estimativas. Com mais tempo, daria para criar uma lógica mais próxima da realidade da coleta de lixo urbana, levando em conta de forma mais precisa os horários de pico, a demanda de cada zona e o uso correto dos tipos de caminhões.

## 10. Anexos



**Acervo de Produção 5:** Captura de tela do Discord, plataforma utilizada para estudar o desenvolvimento do projeto

```
7  * Função: Configura zonas, estações, caminhões e executa a simulação
8  */
9
10 import Simulador.Simulador;
11 import Zonas.ZonaUrbana;
12 import Estações.EstacaoTransferencia;
13 import Caminhos.CaminhaoPequenoPadrao;
14 import java.util.Scanner;
15
16 public class Main {
17     public static void main(String[] args) {
18         Scanner scanner = new Scanner(System.in);
19
20         // Cabeçalho
21         System.out.println("=====");
22         System.out.println("      SIMULADOR DE COLETA URBANA - Alane e Kaelly");
23         System.out.println("=====");
24
25         // Entrada do usuário
26         System.out.print("Digite a quantidade de dias da simulação: ");
27         int dias = scanner.nextInt();
28         int duracaoTotalMinutos = dias * 24 * 60;
29
30         // Informando início da simulação
31         System.out.println("\n=====");
32         System.out.println("      Iniciando simulação por " + dias + " dias + (dias == 1 ? " dia" : " dias"));
33         System.out.println("=====");
34
35         // Criação das estações
36         EstacaoTransferencia estacaoSul = new EstacaoTransferencia(nome: "Estação Sul");
37         EstacaoTransferencia estacaoNorte = new EstacaoTransferencia(nome: "Estação Norte");
38
39         // Criação do simulador
40         Simulador simulador = new Simulador(duracaoTotalMinutos, estacaoSul, estacaoNorte);
41
42         // Criação das zonas urbanas
43         ZonaUrbana sul = new ZonaUrbana(nome: "Sul", estacaoSul);
44         ZonaUrbana norte = new ZonaUrbana(nome: "Norte", estacaoNorte);
45         ZonaUrbana centro = new ZonaUrbana(nome: "Centro", estacaoSul);
46         ZonaUrbana leste = new ZonaUrbana(nome: "Leste", estacaoSul);
47         ZonaUrbana sudeste = new ZonaUrbana(nome: "Sudeste", estacaoNorte);
```

**Acervo de Produção 6:** Captura de tela da main, onde foram realizadas a execução e a estilização para melhor legibilidade no terminal.

```
Gerando coleta Leste no minuto 2519
Gerando coleta Sudeste no minuto 2519

[18:00] às [06:00] Fora do horário de operação dos caminhões.
=====
      Fim da simulação do dia 2
=====

===== RELATÓRIO FINAL =====
► Zonas:
  - Zona Sul - Gerado: 119021 kg | Coletado: 57108 kg
  - Zona Norte - Gerado: 123360 kg | Coletado: 59212 kg
  - Zona Centro - Gerado: 122238 kg | Coletado: 25968 kg
  - Zona Leste - Gerado: 116293 kg | Coletado: 31485 kg
  - Zona Sudeste - Gerado: 124401 kg | Coletado: 31589 kg

► Caminhões:
  - Caminhão CP-Sul-4T - Total coletado: 30144 kg | Viagens: 7
  - Caminhão CP-Sul-2T - Total coletado: 26000 kg | Viagens: 13
  - Caminhão CP-Norte-4T - Total coletado: 28436 kg | Viagens: 7
  - Caminhão CP-Norte-2T - Total coletado: 25264 kg | Viagens: 12
  - Caminhão CP-Centro-8T - Total coletado: 28262 kg | Viagens: 3
  - Caminhão CP-Leste-10T - Total coletado: 28794 kg | Viagens: 2
  - Caminhão CP-Sudeste-2T - Total coletado: 29290 kg | Viagens: 14

Process finished with exit code 0
```

**Acervo de Produção 7:** Visualização do terminal exibindo o relatório final, apresentando a quantidade média de trabalho realizado.

OVERVIEW

CLASSES

TREE

INDEX

SEARCH

HELP

Simulador > Fila

Contents

Filter

Description

Field Summary

Constructor Summary

Method Summary

Field Details

inicio

fim

tamanho

Constructor Details

Fila()

Method Details

enqueue(T)

dequeue()

tamanho()

estaVazia()

iterar()

Class Fila<T>

java.lang.Object<?>  
Simulador.Fila<T>

public class Fila<T>  
extends Object<?>

Classe que implementa uma fila genérica usando nós encadeados. Funciona no modelo FIFO (First In, First Out).

Field Summary

Fields

Modifier and Type	Field	Description
private No<T>	fim	
private No<T>	inicio	
private int	tamanho	

Constructor Summary

Constructors

Constructor	Description
Fila()	Cria uma fila vazia.

Method Summary

All Methods

Instance Methods

Concrete Methods

Modifier and Type	Method	Description
T	dequeue()	Remove e retorna o primeiro elemento da fila.
void	enqueue(T elemento)	Adiciona um elemento no final da fila.
boolean	estaVazia()	Verifica se a fila está vazia.

**Acervo de Produção 8:** Captura de tela da documentação do projeto gerada em Javadoc, fornecida pelo IntelliJ.12