



UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental

CARLOS ALVES DA SILVA

SISTEMA COMPUTACIONAL PARA GESTÃO E GERENCIAMENTO DA
COLETA SELETIVA DE PILHAS E BATERIAS DE CELULAR EM UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

RIBEIRÃO PRETO
2020

CARLOS ALVES DA SILVA

SISTEMA COMPUTACIONAL PARA GESTÃO E GERENCIAMENTO DA
COLETA SELETIVA DE PILHAS E BATERIAS DE CELULAR EM UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto.

Área de concentração: Gestão Integrada e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Carlos Caritá

RIBEIRÃO PRETO
2020

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento Técnico da
Biblioteca Central da UNAERP
- Universidade de Ribeirão Preto -

S586s Silva, Carlos Alves da, 1981-
Sistema computacional para gestão e gerenciamento da coleta seletiva de pilhas e baterias de celular em uma Instituição de Ensino Superior / Carlos Alves da Silva. - - Ribeirão Preto, 2020.
111 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Carlos Caritá.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP, Tecnologia ambiental. Ribeirão Preto, 2020.

1. Gestão de resíduos sólidos. 2. Coleta seletiva. 3. Pilhas e baterias de celular. 4. Sistema de in-formação. 5. Automação.
I. Título.

CDD 628

FOLHA DE APROVAÇÃO

Carlos Alves da Silva

**“SISTEMA COMPUTACIONAL PARA GESTÃO E GERENCIAMENTO DA
COLETA SELETIVA DE PILHAS E BATERIAS DE CELULAR EM UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR”**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre pelo programa de Mestrado em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto. Orientador: Prof. Dr. Edilson Carlos Caritá

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

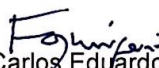
Data de defesa: 24 de junho de 2020

Resultado: aprovado

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Edilson Carlos Caritá
Presidente Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP



Prof. Dr. Carlos Eduardo Formigoni
Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP



Prof. Dr. Otávio Marson Junior
Universidade Paulista – UNIP

Ribeirão Preto
2020

DEDICATÓRIA

A minha esposa Vânia pelo apoio irrestrito em todos os momentos e adversidades.

Aos meus filhos Kauan, Kaiki e Philipe (*in memoriam*), que sempre tão bem souberam compreender os meus momentos de ausência em função deste estudo.

A Vitor Rafael Coluci e Marco Antônio G. de Carvalho como uma forma de honrá-los pela confiança em mim depositada e não correspondida com devido valor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por me permitir a graça de concluir mais esta etapa da minha vida, apesar de lutas, mas sempre com grandes vitórias.

Ao Prof. Dr. Edilson Carlos Caritá pela disponibilidade e empenho em me orientar.

Aos meus amigos Luciano Saraiva e Rodrigo Plotze que prontamente sempre em momentos de dificuldades me aconselhavam e me ajudavam.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental que com dedicação compartilharam comigo o conhecimento e me permitiram aprender muito mais.

Ao Gustavo Trevisan e Marcela Moraes que me ajudaram de uma forma diferenciada que não saberei jamais como retribuir.

Agradeço a UNAERP, pela oportunidade de fazer este mestrado.

A minha esposa Vânia e meus filhos Kaiki e Kauan pelo carinho e apoio em todo tempo.

Aos meus amigos Bruno e Gabriel pelo apoio sempre que preciso.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para que eu chegasse até o fim desta jornada.

RESUMO

As questões referentes a gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, especialmente, aqueles em que têm, em sua composição, a necessidade do uso de pilhas e baterias, como por exemplo, *notebooks*, *smartphones*, *tablets*, dentre outros, já há tempos, tem sido alvo de uma atenção especial em nível mundial, tendo em vista seu aumento crescente em virtude de contínuas inovações tecnológicas, consumismo humano e obsolescência precoce dos equipamentos eletroeletrônicos. Em decorrência a este contexto, se faz notória uma significativa demanda em organizações e instituições por informações e ferramentas computacionais que possibilitem uma gestão ambiental sustentável. O presente estudo tem por objetivo desenvolver um sistema computacional para a gestão e gerenciamento do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular em uma Instituição de Ensino Superior do interior paulista. O estudo contempla o desenvolvimento de um sistema de informação, considerando sua implementação sistêmica, modelagem de negócios e a adequação do plano de gestão de coleta de pilhas e baterias de celular vigente em uma instituição de ensino. Trata-se de um estudo exploratório-descritivo com abordagem qualitativa. Inicialmente efetuou-se um levantamento quanto ao processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular já existente objetivando a possibilidade de uma adequação de melhoria por intermédio de um sistema computacional de gestão e gerenciamento, pela automatização das caixas coletoras e adequação no plano de gestão. Modelou-se o sistema de informação utilizando a metodologia de orientação a objetos e a *Unified Modeling Language* (UML), arquitetura em camada com o uso do padrão Modelo-Visão-Controle (MVC), utilizou-se linguagem de programação Java para o desenvolvimento e o PrimeFaces como *framework* de interfaces gráficas. Para o desenvolvimento do módulo de automatização das caixas coletoras utilizou-se o Arduino Mega 2560 como plataforma e os sensores HX711 e a célula de carga para controle de peso; o módulo de *Ethernet* ENC28J60 para comunicação; *kit* receptor e emissor IR 5mm para controle de contador e um *display* LCD 16x2 com interface *Inter-Integrated Circuit* (I2C) para controle visual. A partir do estudo foi possível a identificação e implementação de melhorias no processo de coleta de pilhas e baterias de celular existente na instituição. Em continuidade com o desenvolvimento do módulo de automatização da caixa coletora tornou-se viável o acompanhamento remoto e a extração de informações quanto ao peso e a quantidade de material coletado, garantido que o processo não acarrete maiores custos financeiros à instituição. E, por fim, foi desenvolvido um sistema computacional para gestão e gerenciamento que permitiu uma visualização em tempo real do material coletado e proporcionou diferentes funcionalidades para o controle e a análise das informações inerentes ao processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celulares e das operações executadas. O presente estudo contribui para uma continuidade sustentável do processo de coleta seletiva existente, uma gestão mais acurada e redução de custos.

Palavras chave: Gestão de Resíduos Sólidos. Coleta Seletiva. Pilhas e Baterias de Celular. Sistema de Informação. Automação.

ABSTRACT

The issues related to the management of waste electrical and electronic equipment, especially those in which, in their composition, the need for the use of batteries and batteries, such as notebooks, smartphones, tablets, among others, have long been addressed. the subject of special attention worldwide, in view of its growing increase due to continuous technological innovations, human consumerism and early obsolescence of electronic equipment. As a result of this context, there is a significant demand in organizations and institutions for information and computational tools that enable sustainable environmental management. The present study aims to develop a computational system for the management and management of the selective collection process of cell batteries in a Higher Education Institution in the interior of São Paulo. The study contemplates the development of an information system, considering its systemic implementation, business modeling and the adequacy of the cell and battery collection management plan in force at an educational institution. This is an exploratory-descriptive study with a qualitative approach. Initially, a survey was carried out regarding the selective collection process of batteries and cell phone batteries that already exist, aiming at the possibility of adapting the improvement through a computerized management and administration system, by automating the collection boxes and adapting the management plan. The information system was modeled using the object-oriented methodology and the Unified Modeling Language (UML), layered architecture using the Model-View-Control (MVC) standard, Java programming language was used for the development and PrimeFaces as a graphical interface framework. For the development of the collection module automation module, the Arduino Mega 2560 was used as a platform and the HX711 sensors and the load cell for weight control; the ENC28J60 Ethernet module for communication; 5mm IR receiver and emitter kit for counter control and a 16x2 LCD display with Inter-Integrated Circuit (I2C) interface for visual control. From the study, it was possible to identify and implement improvements in the collection process of batteries and cell phone batteries existing in the institution. In continuity with the development of the automation module of the collection box, remote monitoring and the extraction of information regarding the weight and quantity of material collected became viable, ensuring that the process does not entail greater financial costs for the institution. And, finally, a computer system for management and management was developed that allowed a real-time visualization of the collected material and provided different functionalities for the control and analysis of the information inherent to the process of selective collection of cell batteries and cell phones. operations performed. This study contributes to a sustainable continuity of the existing selective collection process, more accurate management and cost reduction.

Keywords: Automation. Batteries. Cell Batteries. Information System. Selective Collect. Solid Waste Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caracterização e classificação de resíduos sólidos	19
Figura 2 - Classificação dos resíduos sólidos segundo a origem	22
Figura 3 - Esquema Pilha Leclanché	23
Figura 4 - Esquema Pilha/Bateria Secundária	24
Figura 5 - Etapas da Logística Reversa	29
Figura 6 - Mapa da Instituição de Ensino Sede do Trabalho.....	37
Figura 7 - Caixa Coletiva para Protótipo de Automação.....	38
Figura 8 - Módulo Conversor HX-711 para Sensor de Peso.....	39
Figura 9 - Célula de Carga - 50kg – Controle de Peso	40
Figura 10 – LED Receptor e Transmissor IR 5mm – Contador de Material Coletado	40
Figura 11 - Módulo Ethernet – ENC28J60 – para controle de comunicação.....	41
Figura 12 - Placa Mega 2560 R3 – Módulo de Controle.....	41
Figura 13 - Modelo Sistema – MVC	43
Figura 14 - Fluxo Operacional - Caixa Coletora	49
Figura 15 - Fluxo Operacional - Gestor.....	49
Figura 16 - Etapas de Implantação do Plano de Gerenciamento.....	50
Figura 17 - Site para Localização de Ponto de Recebimento	51
Figura 18 - Diagrama de Ishikawa – Causa Raiz do Problema.....	54
Figura 19 - Fronteira Sistêmica	55
Figura 20 - Use Case de Negócio - Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias de Celular	57
Figura 21 – Diagrama Use Case de Negócio Descartar	58
Figura 22 – Diagrama Use Case de Negócio Efetuar Pesagem.....	58
Figura 23 – Diagrama Use Case de Negócio Efetuar Contagem	59
Figura 24 – Diagrama Use Case de Negócio Enviar Notificação de Coleta	59
Figura 25 – Diagrama Use Case de Negócio Exibir Sinal de Conteúdo	60
Figura 26 – Diagrama Use Case de Negócio Efetuar Coleta	61
Figura 27 – Diagrama Use Case de Negócio Zerar Caixa Coletora.....	61
Figura 28 – Diagrama Use Case de Negócio Enviar Resíduo para Destinação Final	62
Figura 29 – Diagrama Use Case de Negócio Finalizar Notificação.....	63
Figura 30 – Diagrama Use Case de Negócio Administrar Processo	64
Figura 31 - Diagrama de Use Case - Sistema Geral	65
Figura 32 - Diagrama Use Case de Sistema Realizar Login	65
Figura 33 - Diagrama Use Case de Sistema Manter Usuário.....	66
Figura 34 - Diagrama Use Case de Sistema Manter Caixa Coletora.....	68
Figura 35 - Diagrama Use Case de Sistema Manter Envio de Resíduo	70
Figura 36 - Diagrama Use Case de Sistema Manter Local de Entrega	72
Figura 37 - Diagrama Use Case de Sistema Manter Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias de Celular.....	74
Figura 38 - Diagrama Classes.....	76
Figura 39 - Diagrama de Entidade Relacionamento.....	77
Figura 40 - Modelo de Entidade Relacionamento	78
Figura 41- Interface de Login.....	79
Figura 42 - Interface de Menu Principal.....	80
Figura 43- Interface - Menu Cadastros.....	80
Figura 44 - Interface - Menu Consultas.....	80
Figura 45 - Interface - Menu Relatórios	81

Figura 46 - Interface - Menu Indicadores.....	81
Figura 47 - Interface Consulta de Caixa Coletoras.....	82
Figura 48 - Interface Cadastro de Caixa Coletora.....	82
Figura 49 - Interface Editar Cadastro de Caixa Coletora.....	83
Figura 50 - Interface Consulta de Locais de Entrega.....	83
Figura 51 - Interface Cadastro de Local de Entrega.....	84
Figura 52 - Interface Editar Cadastro de Local de Entrega.....	84
Figura 53 - Interface Consulta de Usuários.....	85
Figura 54 - Interface Cadastro de Usuário.....	85
Figura 55 - Interface Editar Cadastro de Usuário.....	86
Figura 56 - Indicador de Coleta por Bloco.....	87
Figura 57- Indicador de Coleta por Caixa Coletora.....	87
Figura 58 - Indicador de Evolução de Coleta por Bloco / Anual.....	88
Figura 59 - Indicador de Evolução de Coleta por Bloco / Mensal.....	88
Figura 60 - Indicador de Evolução de Coleta / Mensal.....	89
Figura 61- Indicador de Evolução de Coleta / Anual.....	89
Figura 62 - Relatório: Resumo de Coleta por Caixa Coletora.....	90
Figura 63- Relatório: Resumo de Coleta Geral.....	90
Figura 64- Relatório: Resumo de Movimentação por Caixa Coletora.....	91
Figura 65- Relatório: Resumo de Movimentação Geral.....	91
Figura 66 - Relatório: Resumo de Notificação por Caixa Coletora.....	92
Figura 67 - Relatório: Resumo de Notificação Geral.....	92
Figura 68 - Módulo de Automatização para caixa Coletora.....	93
Figura 69 - Diagrama de Blocos - Contagem de Resíduos Sólidos.....	93
Figura 70 - Diagrama de Blocos - Pesagem de Resíduos Sólidos.....	94
Figura 71 - Croqui da esquemático da Caixa Coletora.....	95
Figura 72 – Caixa Coleta Automatizada com módulo de controle.....	95
Figura 73 - Esquema geral para a reciclagem de baterias Ni-Cd por rota pirometalúrgica ...	110
Figura 74 - Esquema geral para a reciclagem de pilhas e baterias por rota hidrometalúrgica	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de Pilhas e Baterias disponíveis no mercado	24
Quadro 2 - Efeitos nocivos dos metais pesados	26
Quadro 3 - Descrição do Fluxo Operacional da Caixa Coletora	49
Quadro 4 - Descrição do Fluxo Operacional do Gestor	50
Quadro 5 - Definição do Problema.....	53
Quadro 6 - Stakeholder.....	54
Quadro 7 - Lista de Restrições	56
Quadro 8 - Diagrama Use Case de Negócio Descartar	58
Quadro 9 - Diagrama Use Case de Negócio Efetuar Pesagem.....	58
Quadro 10 - Diagrama Use Case de Negócio Efetuar Contagem.....	59
Quadro 11 - Diagrama Use Case de Negócio Enviar Notificação de Coleta	60
Quadro 12 - Diagrama Use Case de Negócio Exibir Sinal de Conteúdo	60
Quadro 13 - Diagrama Use Case de Negócio Efetuar Coleta.....	61
Quadro 14 - Diagrama Use Case de Negócio Zerar Caixa Coletora.....	62
Quadro 15 - Diagrama Use Case de Negócio Enviar Resíduo para Destinação Final	62
Quadro 16 - Diagrama Use Case de Negócio Finalizar Notificação.....	63
Quadro 17 - Diagrama Use Case de Negócio Administrar Processo	64
Quadro 18 - Diagrama Use Case de Sistema Realizar Login.....	66
Quadro 19 - Diagrama Use Case de Sistema Cadastrar Usuário.....	67
Quadro 20 - Diagrama Use Case de Sistema Alterar Usuário.....	67
Quadro 21 - Diagrama Use Case de Sistema Excluir Usuário	67
Quadro 22 - Diagrama Use Case de Sistema Consultar Usuário	68
Quadro 23 - Diagrama Use Case de Sistema Cadastrar Caixa Coletora	68
Quadro 24 - Diagrama Use Case de Sistema Alterar Caixa Coletora	69
Quadro 25 - Diagrama Use Case de Sistema Excluir Caixa Coletora.....	69
Quadro 26 - Diagrama Use Case de Sistema Consultar Caixa Coletora.....	69
Quadro 27 - Diagrama Use Case de Sistema Cadastrar Envio de Resíduo.....	70
Quadro 28 - Diagrama Use Case de Sistema Alterar Envio de Resíduo.....	71
Quadro 29 - Diagrama Use Case de Sistema Excluir Envio de Resíduo	71
Quadro 30 - Diagrama Use Case de Sistema Consultar Envio de Resíduo.....	71
Quadro 31 - Diagrama Use Case de Sistema Finalizar Envio de Resíduo.....	72
Quadro 32 - Diagrama Use Case de Sistema Cadastrar Local de Entrega.....	73
Quadro 33 - Diagrama Use Case de Sistema Alterar Local de Entrega.....	73
Quadro 34 - Diagrama Use Case de Sistema Excluir Local de Entrega.....	73
Quadro 35 - Diagrama Use Case de Sistema Consultar Local de Entrega.....	74
Quadro 36 - Diagrama Use Case de Sistema Zerar Caixa Coletora.....	75
Quadro 37 - Diagrama Use Case de Sistema Configurar Caixa Coletora.....	75
Quadro 38 - Diagrama Use Case de Sistema Gerar Relatórios	75
Quadro 39 - Diagrama Use Case de Sistema Apurar Indicadores.....	75

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
BPM	<i>Business Process Management</i>
cm ³	centímetro cúbico
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNM	Conselho Nacional de Município
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DER	Diagrama de Entidade Relacionamento
DOU	Diário Oficial da União
g/ cm ³	gramas por centímetro cúbico
FIRJAN	Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
ICSP	<i>In-Circuit Serial Programming</i>
IDE	<i>Integrated Development Environmnet</i>
IES	Instituição de Ensino Superior
IP	<i>Internet Protocol</i>
IR	<i>Infrared</i>
JSF	Java Server Faces
Kg	Kilograma
MER	Modelo de Entidade Relacionamento
mm	milímetro
MPOGS	Ministério do Planejamento e Orçamento
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
NBR	Norma Técnica Brasileira
PRNS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver/Transmitter</i>
UBS	Unidade Básica de Saúde
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UPA	Unidade de Pronto Atendimento
USB	<i>Universal Serial Bus</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	REVISÃO DA LITERATURA	18
3.1.	RESÍDUOS SÓLIDOS.....	18
3.1.1.	CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	20
3.1.2.	CLASSIFICAÇÃO DE ORIGEM.....	20
3.2.	PILHAS E BATERIAS	22
3.2.1.	IMPACTO DOS METAIS PESADOS AO MEIO AMBIENTE.....	24
3.2.2.	IMPACTO DOS METAIS PESADOS À SAÚDE HUMANA	25
3.3.	POLÍTICA NACIONAL PARA PILHAS E BATERIAS.....	26
3.4.	RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA E A GESTÃO INTEGRADA.....	27
3.5.	ACORDO SETORIAL	27
3.6.	LOGÍSTICA REVERSA	28
3.7.	COLETA SELETIVA	29
3.8.	A RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS	30
3.9.	DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS	31
3.10.	SISTEMA DE INFORMAÇÃO.....	32
3.10.1.	<i>SOFTWARE</i> COLETASELETIVA	33
3.10.2.	SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA LEILÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS.....	33
3.10.3.	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)	33
3.10.4.	SCOLDSS – SISTEMA DE APOIO A DECISÃO	34
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4.1.	NATUREZA DO ESTUDO	35
4.2.	LOCAL DA REALIZAÇÃO DO ESTUDO	36
4.3.	CAIXAS COLETIVAS PARA O PROTÓTIPO DE AUTOMATIZAÇÃO	37
4.4.	MONTAGEM DO MÓDULO DE AUTOMATIZAÇÃO	38
4.4.1.	SENSOR DE PESO.....	39
4.4.2.	<i>LED</i> RECEPTOR E TRANSMISSOR IR.....	40
4.4.3.	MÓDULO DE <i>ETHERNET</i>	41
4.4.4.	MÓDULO DE CONTROLE	41
4.5.	PLANO DE GERENCIAMENTO	42
4.6.	SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O GERENCIAMENTO DE COLETA SELETIVA.....	42
4.6.1.	MODELAGEM DE NEGÓCIO	44
4.6.2.	MODELAGEM DE SISTEMA.....	44
4.6.3.	MODELAGEM DE BANCO DE DADOS.....	44

4.6.4.	MODELAGEM CONCEITUAL.....	45
4.6.5.	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	45
4.6.6.	DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	46
4.6.7.	<i>STAKEHOLDERS</i>	46
4.6.8.	FRONTEIRA SISTÊMICA.....	46
4.7.	INDICADORES.....	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5.1.	ATIVIDADES E PROGRAMAS DE COLETA.....	48
5.2.	MAPEAMENTO E ADEQUAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO.....	48
5.2.1.	IDENTIFICAÇÃO DA ENTIDADE GESTORA DA COLETA.....	50
5.2.2.	DEFINIÇÃO DO DESTINO FINAL DO MATERIAL RECOLHIDO.....	51
5.3.	DOCUMENTAÇÃO DO PROCESSO DE COLETA.....	52
5.4.	MODELAGEM CONCEITUAL.....	53
5.4.1.	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	53
5.4.2.	CAUSA RAIZ DO PROBLEMA.....	53
5.4.3.	<i>STACKHOLDERS</i>	54
5.4.4.	FRONTEIRA SISTÊMICA.....	54
5.4.5.	LISTA DE RESTRIÇÕES.....	55
5.5.	<i>USE CASES</i> DE NEGÓCIO.....	56
5.5.1.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: DESCARTAR.....	57
5.5.2.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: EFETUAR PESAGEM.....	58
5.5.3.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: EFETUAR CONTAGEM.....	59
5.5.4.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: ENVIAR NOTIFICAÇÃO DE COLETA.....	59
5.5.5.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: EXIBIR SINAL DE CONTEÚDO.....	60
5.5.6.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: EFETUAR COLETA.....	61
5.5.7.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: ZERAR CAIXA COLETORA.....	61
5.5.8.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: ENVIAR RESÍDUO PARA DESTINAÇÃO FINAL.....	62
5.5.9.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: FINALIZAR NOTIFICAÇÃO.....	63
5.5.10.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE NEGÓCIO: ADMINISTRAR PROCESSO.....	63
5.6.	<i>USE CASES</i> DE SISTEMA.....	64
5.6.1.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE SISTEMA: REALIZAR <i>LOGIN</i>	65
5.6.2.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE SISTEMA: MANTER USUÁRIO.....	66
5.6.3.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE SISTEMA: MANTER CAIXA COLETORA.....	68
5.6.4.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE SISTEMA: MANTER ENVIO DE RESÍDUO.....	69
5.6.5.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE SISTEMA: MANTER LOCAL DE ENTREGA.....	72
5.6.6.	DIAGRAMA <i>USE CASE</i> DE SISTEMA: MANTER PROCESSO DE COLETA SELETIVA DE PILHAS E BATERIAS DE CELULAR.....	74
5.7.	DIAGRAMA DE CLASSES.....	76
5.8.	DIAGRAMA DE ENTIDADE RELACIONAMENTO (DER).....	76
5.9.	MODELO DE ENTIDADE RELACIONAMENTO (MER).....	77

5.10.	INTERFACES	78
5.10.1.	INDICADORES	86
5.10.1.1.	INDICADORES DE COLETA	86
5.10.1.2.	INDICADORES DE EVOLUÇÃO DE COLETA	87
5.10.2.	RELATÓRIOS.....	89
5.10.3.	MÓDULO DE AUTOMATIZAÇÃO DA CAIXA COLETORA.....	92
5.10.4.	CAIXA COLETORA AUTOMATIZADA	94
6	CONCLUSÃO.....	101
6.1	TRABALHOS FUTUROS	101
	REFERÊNCIAS.....	103
	ANEXO A.....	110

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, devido a influência das tecnologias nas mais diferentes tarefas de nossa vida, é praticamente inimaginável nosso dia-a-dia sem o uso de equipamentos eletrônicos, como *smartphones*, computadores, *notebooks*, dentre outros, que em sua composição ou de seus periféricos há necessidade de uso pilhas ou baterias. Contudo, a comodidade e os benefícios que os mesmos nos proporcionam, gera um problema crescente a cada dia, o descarte das pilhas e baterias dos referidos equipamentos, que em sua maioria, ocorre em lugares inadequados, tornando-se uma ameaça ao meio ambiente e aos seus seres vivos, em especial o homem.

O uso desses equipamentos eletrônicos tem aumentado rapidamente, não só pela evolução tecnológica, mas também pelo perfil consumista do ser humano em sempre sentir a necessidade de estar com equipamentos que se encontram em destaque na atualidade por seu *designer* e suas funcionalidades. Em decorrência deste consumo encontramos o aumento da geração de resíduos sólidos.

Por determinação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) resíduos sólidos podem ser definidos como produtos no estado sólido ou semissólido decorrentes pelas atividades da sociedade, doméstica, agrícolas, industriais, de serviços e varrições, também os resíduos provenientes do sistema de tratamento de água e os que são gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição. São classificados quanto aos riscos potenciais expressados ao meio ambiente e à saúde pública em quatro classes: I – Resíduos Perigosos; Resíduos Classe II – Não perigosos; Resíduos Classe IIA – Não Inertes e; Resíduos Classe IIB – Inertes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2004a).

Os consumidores, em sua maioria, não possuem conhecimento sobre a composição das pilhas e baterias dos equipamentos que utilizam, assim como dos riscos que podem causar ao meio ambiente e à sua saúde quando descartados em lugares inapropriados. Nas pilhas e baterias, encontram-se em sua composição metais pesados como o cobre, zinco, mercúrio e cádmio, Resolução CONAMA nº 401.

Segundo Espinosa e Tenório (2006), os metais pesados quando descartados no meio ambiente sofrem dispersão, atingindo os aquíferos freáticos e contaminando o conjunto de seres vivos, fauna e flora daquela determinada região ambiental. Os metais pesados também são chamados de metais tóxicos, ou seja, são elementos químicos que quando à um certo nível de exposição e concentração tornam-se tóxicos (PORTEOUS, 1994).

Os autores Wolff e Conceição (2001) entendendo a gravidade do problema relacionado ao descarte inadequado de pilhas e baterias e sua influência prejudicial à saúde do homem e ao meio ambiente, relatam que o Brasil, seguindo uma tendência mundial, nas últimas décadas, vem implantando políticas voltadas para a gestão de resíduos sólidos. Destacando-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS – disposta no Art. 13 item II a classificação quanto a periculosidade dos resíduos sólidos.

De acordo com a PNRS as pilhas e baterias são enquadradas como resíduos perigosos, por terem as características de corrosividade, reatividade, toxicidade, inflamabilidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentando risco à saúde humana e ao meio ambiente (BRASIL, 2010b).

Em conformidade às ações determinadas pela Lei nº 6.938/81, a Constituição Federal Brasileira de 1988, dispõe no artigo 255 do capítulo VI o direito a todos em ter um meio ambiente ecologicamente equilibrado, descrevendo-o como bem de uso comum e essencial para qualidade de vida, determinando a obrigatoriedade do Poder Público e à coletividade o dever de preservar e proteger o meio ambiente (BRASIL, 1988).

Com o intuito de melhorar o gerenciamento de resíduos sólidos, pela pressão causada devido a gravidade da situação, pela ação do Ministério Público, por agências estaduais e até mesmo por alguns gestores municipais tem ocorrido o surgimento de alternativas para a questão de coleta seletiva e destinação dos resíduos sólidos. Entretanto, a preocupação em relação as questões ambientais é uma responsabilidade compartilhada a todos integrantes da sociedade e cada lugar onde vivemos deve ser considerado alvo de ações para garantir sua sustentabilidade e qualidade de vida.

Segundo Bringhenti (2004), a coleta seletiva de resíduos sólidos é parte integrante da gestão de resíduos sólidos, podendo ser exercida contando com uma metodologia de disposição em pontos de entrega voluntária.

2 OBJETIVOS

Neste capítulo estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos deste estudo.

2.1. OBJETIVO GERAL

Este estudo tem por objetivo desenvolver um sistema computacional para a gestão e o gerenciamento do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular em uma Instituição de Ensino Superior do interior paulista.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Analisar o processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular já existente em uma Instituição de Ensino Superior;
- Modelar um sistema computacional para apoiar o gerenciamento da coleta de pilhas e baterias de celular de uma Instituição de Ensino Superior;
- Desenvolver um protótipo de uma lixeira automatizada para coleta seletiva de pilhas e baterias de celular;
- Desenvolver um Sistema de Informação Integrado que permita a gestão e gerenciamento da coleta de pilhas e baterias de celular.
- Desenvolver indicadores que permitam avaliar a evolução do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se a revisão de literatura que contempla as temáticas: Resíduos Sólidos; Pilhas e Baterias; Política Nacional para pilhas e baterias; Logística Reversa; Reciclagem de Pilhas e Baterias; Descarte de Pilhas e Baterias e Sistema de Informação.

3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

O termo “resíduo” não existe na natureza. Tal afirmação se fundamenta pelos grandes ciclos naturais em que, comumente, a figura do decompositor é transformar e/ou incorporar completamente as matérias descartadas pelos outros componentes do sistema, objetivando não alterar o equilíbrio natural (BIDONE, 2001).

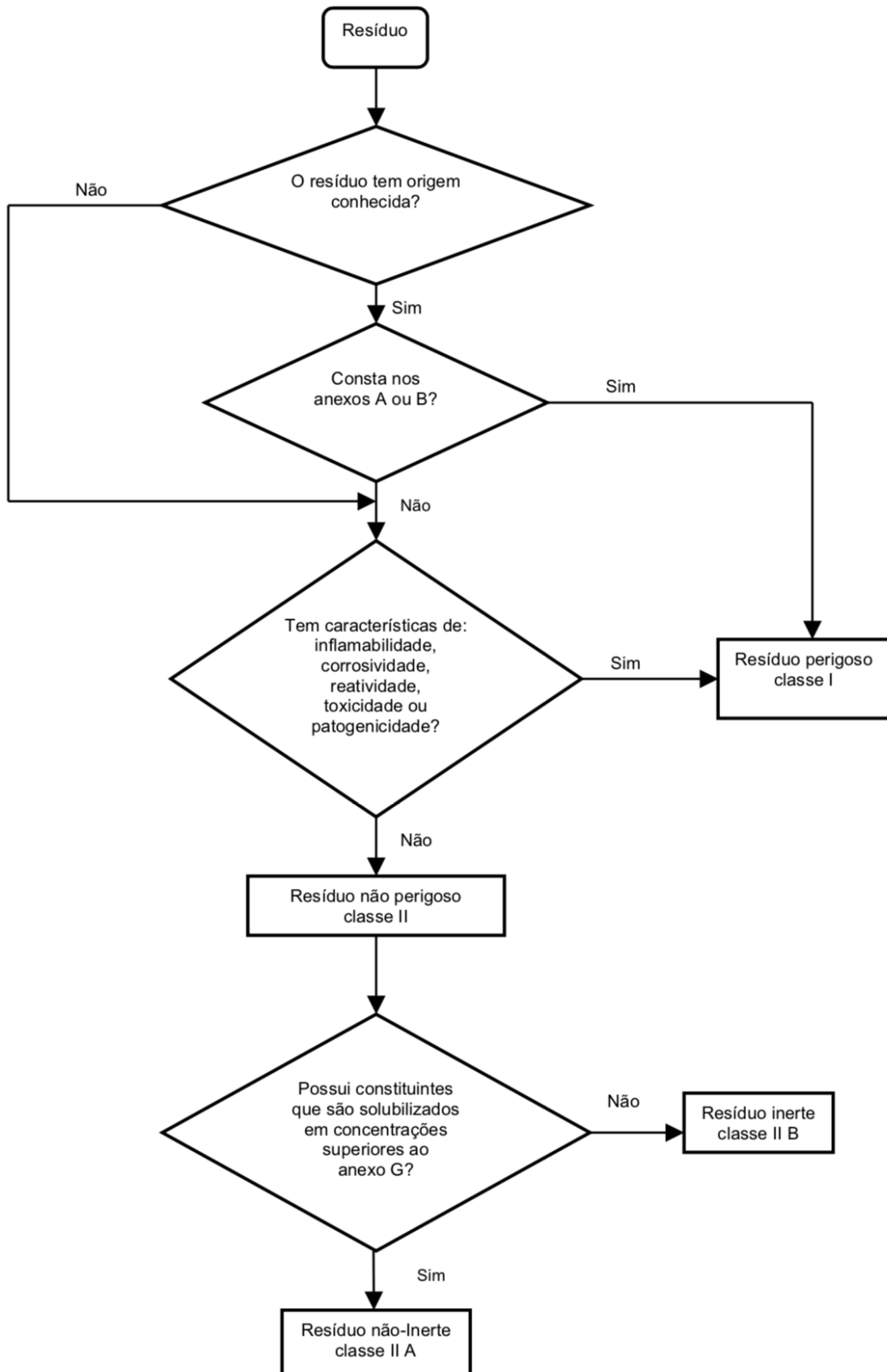
Segundo a NBR10004/2004, a definição legal seria resíduo no estado sólido e semissólido, que são resultados de atividades de origem: doméstica, hospitalar, agrícola, industrial, de serviços e varrição (ABNT, 2004a).

Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010b), resíduo sólido pode ser definido como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, em que a destinação final se procede, se propõe, ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou que exijam pra tal, soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.

A classificação dos resíduos sólidos compreende a identificação do processo ou atividade originária, de seus constituintes e características, bem como a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias no qual o impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido, conforme pode ser observado na Figura 1.

Devido a essas diferentes características carecem de processos distintos em seu manejo, necessitando ou não de tratamento prévio à sua disposição final, obedecendo as diretrizes impostas pelo art. 9 da PNRS (BRASIL, 2010b).

Figura 1 - Caracterização e classificação de resíduos sólidos



Fonte: NBR10.004/2004 (2004, p. vi)

3.1.1. Classificação dos Resíduos Sólidos

A classificação se baseia exclusivamente na identificação do processo produtivo, quando do enquadramento do resíduo nas Listagem de Resíduos Perigosos de Fontes não Específicas e Resíduos Perigosos de Fontes Específicas, conforme Anexo A e B da NBR 1004/2004 (ABNT, 2004a).

Na sequência são apresentadas as classes de acordo com a NBR 1004/2004 (ABNT, 2004a):

- Resíduos Classe I – Perigosos: que apresentam as periculosidades:
 - Inflamabilidade;
 - Corrosividade;
 - Reatividade;
 - Toxicidade;
 - Patogenicidade.
- Resíduos Classe II – Não Perigosos: que não apresentam periculosidade.
- Resíduos Classe II A – Não Inertes: que não se enquadram nos resíduos de Classe I e nem Classe II B, podem ter as propriedades:
 - Biodegradabilidade;
 - Combustibilidade;
 - Solubilidade em água.
- Resíduos Classe II B – Inertes: quando amostrado em sua forma representativa, segundo NBR 10007/2004, e submetido a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente de acordo com NBR 10006/2004, não tiver quaisquer de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

3.1.2. Classificação de Origem

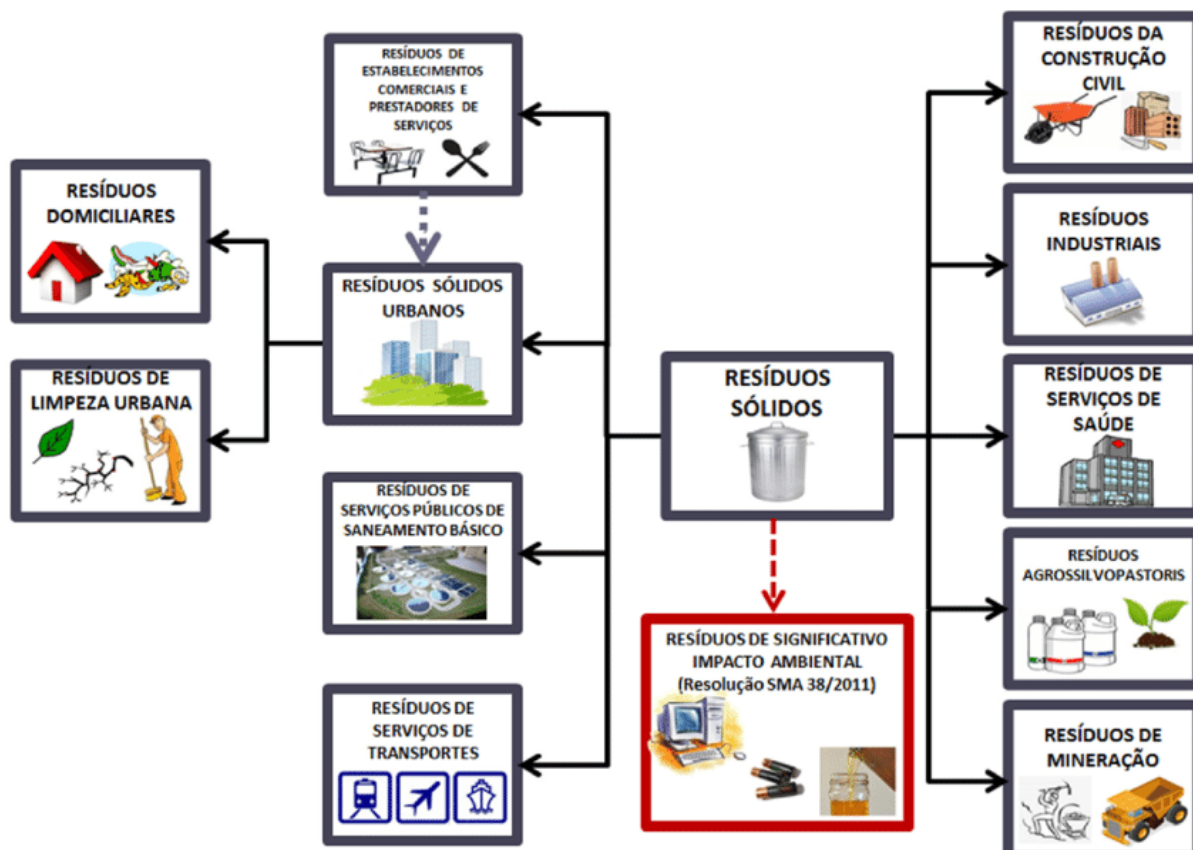
Ainda, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010b) os resíduos sólidos classificam-se, quanto à origem, em:

- a) Resíduos Domiciliares: originados de atividades domésticas em residências urbanas;

- b) Resíduos de Limpeza Urbana: originados da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos Sólidos Urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços: aqueles que são gerados nessas atividades, executados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico: que são gerados nessas atividades, e executados os referidos na alínea “c”;
- f) Resíduos Industriais: que são gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) Resíduos de Serviços de Saúde: que são gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SINAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS);
- h) Resíduos da Construção Civil: aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) Resíduos Agrossilvopastoris: os que são gerados nas atividades agropecuárias silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) Resíduos de Serviços de Transporte: os originados de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) Resíduos de Mineração: aqueles que são gerados pela ação de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Na Figura 2 é ilustrada a classificação dos resíduos segundo sua origem.

Figura 2 - Classificação dos resíduos sólidos segundo a origem



Fonte: SCHALCH; CASTRO; CÓRDOBA (2015, p. 12)

3.2. PILHAS E BATERIAS

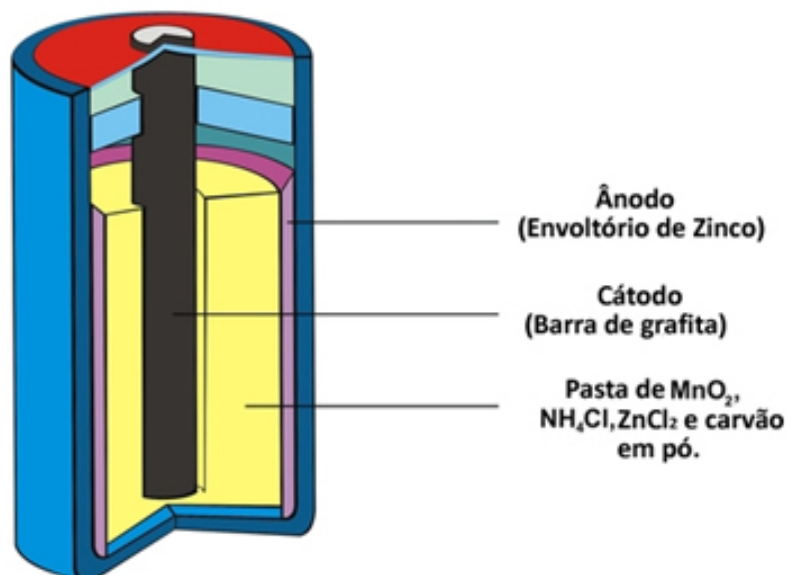
As baterias são sistemas eletroquímicos que provêm funcionalidade elétrica útil a partir de reações químicas entre os reagentes contidos em seu interior. O princípio de seu funcionamento baseia-se na reação eletroquímica em que a oxidação ocorre no anodo e a redução ocorre no catodo por meio de um eletrólito (condutor iônico) (BRADY; RUSSEL; HOLUM, 2003).

A Resolução CONAMA nº 401 (2008), de maneira geral, define as baterias como geradores elétricos, que compõem a classe de geradores químicos, haja visto que são capazes de transformar energia química em energia elétrica. São capazes de uma diferença potencial entre os pontos que estão ligados, ou seja, polo negativo e polo positivo.

Conforme DoiTPoMS (2005), as baterias podem ser classificadas como primária – recarregáveis ou secundárias – não recarregáveis. As baterias primárias, comumente chamadas de pilhas, em seu funcionamento as reações acabam destruindo um dos eletrodos, normalmente o negativo, fazendo com que o sistema não possa ser recarregado. Inclui-se nessa classe as

pilhas zinco – carbono (Leclanché), as pilhas zinco – cloreto, as alcalinas e as de lítio (Figura 3).

Figura 3 - Esquema Pilha Leclanché



Fonte: BRASIL ESCOLA (s.d, s.p)

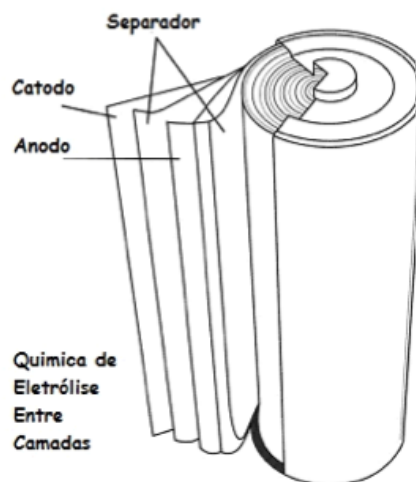
As baterias secundárias – recarregáveis são células onde a reação eletroquímica pode ser revertida com auxílio de uma fonte externa de corrente elétrica, recarregando o sistema. Deste modo, nessas baterias pode ocorrer inúmeras vezes os processos de descarga e carga sucessivamente (Figura 4).

Já as principais pilhas primárias comercializadas são Leclanché e Alcalina, que são compostas por zinco e dióxido de manganês em seus eletrodos, mas para que ocorra seu devido funcionamento das pilhas de Leclanché são necessários outros metais, como mercúrio, chumbo e cádmio. Em virtude desta composição, as pilhas de Leclanché são consideradas mais nocivas ao meio ambiente e à saúde humana do que as alcalinas, essas devem ser muito bem vedadas, pois contém uma solução de hidróxido de sódio altamente concentrada em seu interior (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000).

Porém, nas baterias secundárias que estão fortemente presentes no dia-a-dia, são baterias de cádmio/óxido de níquel (níquel/cádmio), chumbo/óxido de chumbo (chumbo/ácido) e as de íons de lítio, e que apresentam metais tóxicos aos seres humanos e ao meio ambiente.

No Quadro 1 há uma descrição dos tipos de pilhas e baterias e suas composições.

Figura 4 - Esquema Pilha/Bateria Secundária



Fonte: SALDO (s.d, s.p)

Quadro 1 - Tipos de Pilhas e Baterias disponíveis no mercado

	<i>Sistema Químico</i>	<i>Espécie Reduzida (catodo)</i>	<i>Espécie Oxidada (ânodo)</i>	<i>Eletrólito (Condutor de Corrente Elétrica)</i>
<i>Primárias</i>	Zinco – carbono	MnO ₂	Zn	NH ₄ Cl
	Zinco – cloreto	MnO ₂	Zn	ZnCl ₂
	Manganês (alcalino)	MnO ₂	Zn em pó	KOH
	Óxido de mercúrio	HgO	Zn em pó	NaOH ou KOH
	Óxido de prata	Ag ₂ O	Zn em pó	NaOH ou KOH
	Zinco – ar	O ₂ (do ar)	Zn em pó	KHO
	Lítio	MnO ₂	Li	Alcalino ou solvente orgânico
<i>Secundárias</i>	Níquel – Cádmio	NiO ₂	Cd	NaOH ou KOH
	Chumbo – ácido	PbO ₂	Pb	H ₂ SO ₄
	Níquel – Metal Hidreto	Ni (OH) ₂	M (liga absorvente de H)	Solução constituída principalmente de KOH
	Lítio – íon	LiCoO ₂	Carbono cristalizado	Solvente Orgânico otimizado por Cabono

Fonte: Adaptado de: Compromisso Empresarial para Reciclagem (1995); Centro de Tecnologia Mineral (1999); Centro Federal de Escolas Técnicas (2000); ENVIRONMENTAL CANADA (2001); BYD BATTERIES CO. LTDA (2001).

3.2.1. Impacto dos Metais Pesados ao Meio Ambiente

Interessantemente um dos aspectos relacionados aos metais é o fato de que alguns são indispensáveis para que haja o bom funcionamento dos organismos vivos, todavia, outros – tais como cádmio, mercúrio e chumbo – não são encontrados em si funções biológicas conhecidas

e, são considerados não essenciais. Por conseguinte, tais metais possuem efeito tóxico, independentemente da concentração ingerida caracterizados por suas propriedades de bioacumulação (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO - FIRJAN, 2000).

Certos metais pesados, apesar de sua toxicidade, com uma disposição um pouco mais escassa, não são considerados uma ameaça à saúde e ao meio ambiente por serem insolúveis. Contudo, nota-se atualmente um aumento na circulação de metais no solo, água e ar e seu acúmulo na cadeia alimentar.

Segundo Alooway (1990), de acordo com os dicionários técnicos a definição para metais pesados é a de elementos químicos cuja densidade é superior a 4 ou 5 g/cm³. De acordo com Depledge et al. (1997), o termo metal pesado, entre os ecotoxicologistas, é utilizado para metais com capacidade de causar danos ao meio ambiente. Mas, há divergência na determinação dos elementos que fazem parte desse grupo; no entanto há um consenso quando se trata dos seguintes elementos: Cd, Hg, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Co, V, Ti, Fe, Mn, Ag, Sn, As e Se.

A presença dos metais pesados e seus compostos se dá desde muito tempo atrás, o problema é que o conhecimento e entendimento dos riscos que causam se deu na época da revolução industrial ou petroquímica, em torno de dois séculos atrás, em que se iniciou a investigação de seus efeitos na saúde (DEPLEDGE et al., 1997).

3.2.2. Impacto dos Metais Pesados à Saúde Humana

De acordo com diversos trabalhos descritos na literatura, os efeitos adversos na saúde humana devido à intoxicação pelos metais pesados são numerosos.

Segundo Cardoso (2008), os metais pesados são elementos químicos prejudiciais à saúde, mesmo em quantidades mínimas, que em curto prazo, apresentam sintomas subclínicos dificultando seu diagnóstico, e a longo prazo, podem acarretar doenças graves, variando de acordo com o metal contaminante. Dentre os sintomas causados pela contaminação destes metais tóxicos pode-se destacar insônia, perda de memória, fadiga crônica, dores musculares e articulares, infertilidade e irritabilidade.

Conforme Macedo (2012), os diferentes riscos causados a partir do contato destes metais pesados com o organismo podem ser imediatos e, mais nocivos em médio e longo prazo, tendo em vista que sua contaminação é progressiva e cumulativa. No Quadro 2 são descritos alguns danos causados pela exposição aos metais pesados conforme estudo efetuado por Ruppenthal (2013).

Quadro 2 - Efeitos nocivos dos metais pesados

<i>Metal</i>	<i>Danos</i>
Chumbo	Neurotoxicidade, distúrbios hematológicos, distúrbios renais, hipertensão arterial, carcinogenicidade
Níquel	Doenças respiratórias
Zinco	Diarreia, sonolência, enjoo e vômitos
Fósforo	Hipertensão, Confusão mental, derrames e ataques cardíacos
Cobre	Fadigas, perda de coordenação, alteração da fala, anemia hemolítica, alterações renais e cardíacas

Fonte: Adaptado de: RUPPENTHAL (2013); KAHN (2015).

A absorção dos metais pesados pelo organismo humano se dá, principalmente, por inalação, posteriormente, por ingestão e raramente por meio da pele. Normalmente inalados através de poeira e fumos. No entanto, a distribuição, deposição, retenção e até mesmo a absorção são relativas às propriedades físico-químicas do material inalado.

3.3. POLÍTICA NACIONAL PARA PILHAS E BATERIAS

De acordo com a Lei nº 12.305/2010 – PNRS (BRASIL, 2010b), regulamentada pelo Decreto nº 7.404:2010 é obrigatório aos fabricantes a prática da logística reversa, como instrumento social e econômico, sendo que os produtores devem orientar os consumidores sobre os riscos ambientais de seus produtos, como deve ser o acondicionamento e a devolução dos bens após o consumo.

Segundo Demajorovic et al. (2012), apesar de ser obrigatória a logística reversa, isso não ocorre de forma efetiva e, para que isso possa se tornar operante e de forma adequada é preciso que haja uma educação ambiental para conscientizar a população quanto a importância do gerenciamento correto dos resíduos sólidos. Objetivando minimizar os problemas de resíduos sólidos, a Lei nº 12.350/2010 art. 33, sanciona a responsabilidade não somente para produtores – responsabilidade compartilhada, mas também consumidores pela destinação e o correto tratamento do material excedido por meio da logística reversa.

Em concordância com a Lei nº 12.305/2010, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, por meio da Decisão de Diretoria nº 114/2019/P/C estabelece a incorporação da Logística Reversa no âmbito do licenciamento ambiental.

Considerando tal lei, os geradores tem por obrigação o retorno de seus produtos após o consumo, independentemente do serviço público de limpeza urbana e de manejo, como também prover um sistema de logística reversa a fim de garantir a prevenção aos impactos ambientais.

3.4. RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA E A GESTÃO INTEGRADA

Dentre as diretrizes determinadas pela Lei nº 12.305/2010, no art. 6 destaca-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: a logística reversa e o acordo setorial. Define-se como responsabilidade compartilhada o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços de limpeza urbana e do manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010b).

Em continuidade no art. 7 destaca-se a gestão integrada como um instrumento para viabilizado pela logística reversa a fim de propiciar o desenvolvimento econômico, ambiental e social, dimensões estas que fazem parte do conceito mais abrangente de sustentabilidade.

3.5. ACORDO SETORIAL

Tendo em vista a Lei nº 12.305/2010 regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, que determina a implantação da Logística Reversa pelos fabricantes de pilhas e baterias, a qual fica clara sua obrigatoriedade por meio do art. 33, e que devem ser regulamentadas por meio de acordo setoriais (BRASIL, 2010b).

Publicado pelo Diário Oficial da União (DOU) em 13/02/2013, o Edital de Chamamento nº 01/2013, refere-se ao “Chamamento para Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação do Sistema de Logística Reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes”, o mesmo incluiu: fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletrônicos e seus componentes para o envio das respectivas propostas com data limite de 12/06/2013. Em continuidade, o edital estabelece as seguintes disposições preliminares em que a proposta de Acordo Setorial deve obedecer, à saber, os seguintes pressupostos:

- Obrigação de destinação ambientalmente adequada;
- Responsabilidade Compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos a ser implementada de forma individualizada e encadeada, tendo como abrangência fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

- Deveres dos fabricantes, consumidores e distribuidores de produtos eletroeletrônicos e seus componentes em estruturar e implementar um sistema de logística reversa;
- Grupo Técnico de Assessoramento ao Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa – GTA.

3.6. LOGÍSTICA REVERSA

Conforme a Resolução nº 401 (CONAMA, 2008), a destinação adequada de pilhas e baterias pode ser considerada, em termos gerais, como a que minimiza os riscos ao meio ambiente e emprega procedimentos técnicos de coleta, recebimento, reutilização e reciclagem, tratamento ou disposição final de acordo com a legislação vigente, em especial que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos.

Conforme Leite (2009), o conceito de logística reversa pode ser definido como “a área da logística empresarial que visa equacionar os aspectos de retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócio, por intermédio da multiplicidade de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, incorporando-lhes valor econômico, ecológico, legal e de localização”.

De acordo com a PNRS (BRASIL, 2010b), parafraseando, a logística passa por etapas completas, incluindo indústria, distribuidor, varejo, consumidor, coleta e reciclagem (Figura 5):

- Indústria: os produtos são produzidos e embalados de forma reciclável com a matéria-prima (reciclada);
- Distribuição: as empresas distribuem para o comércio os produtos instruindo os varejistas quanto ao modelo sustentável da logística;
- Varejo: nos estabelecimentos os produtos são vendidos e os consumidores orientados ao descarte reciclável;
- Consumidor: os produtos são utilizados e depois descartados de forma correta. Os descartes podem ser efetuados tanto em centros de coletas, como também, em alguns casos, na própria loja onde foram adquiridos;
- Coleta: com o descarte os coletores selecionam os produtos para reciclagem;
- Reciclagem: todo material coletado é transformado em matéria-prima.

Figura 5 - Etapas da Logística Reversa



Fonte: Confederação Nacional de Município – CNM | Comunicação (2019, s. p.)

3.7. COLETA SELETIVA

De maneira geral o conceito de Coleta Seletiva pode ser entendido como o resultado de inúmeras atividades, por meio das quais as matérias que tornar-se-iam lixo, ou seriam dispostas em aterros comuns, são coletadas e processadas, pelos produtores, objetivando a reutilização como matérias primas, na produção de bens que, em outro tempo, eram feitos apenas como matéria-prima nunca utilizadas (SAMPAIO et al., 2014).

Aparentemente é uma solução completamente viável para solucionar, temporariamente, o problema de disposição final de resíduos sólidos, entendo que retardaria o envio de mais rejeitos ao meio ambiente, que conseguinte, retardaria os impactos socioambientais resultantes.

Em meio às definições conceituais disponíveis na literatura e, especialmente, aquelas dispostas pelas legislações oficiais brasileiras, entende-se como mais apropriada a que se encontra na Instrução Normativa nº 10/2012 – MPOGS (Ministério do Planejamento e Orçamento, Substituto) como sendo: “a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição” (BRASIL, 2012, p. 113).

Segundo Krieger et al. (2010), coleta seletiva é a etapa inicial do gerenciamento de resíduos sólidos, que podem ser depositados em coletores identificado por código de cores, no qual, para os resíduos perigosos como pilhas e baterias, a cor é cinza. Também é o método de

separação dos resíduos de origem hospitalares, domiciliares, industriais e laboratoriais com a classificação dos materiais com propósito de reciclagem, realizada por catadores, entre outros.

A coleta seletiva quando realizada de forma eficiente, minimiza os riscos de impactos ambientais dos recicláveis e, conseqüentemente, os custos para reciclagem são menores, contribuindo para a redução do uso de recursos naturais, economia de energia na produção e diminuição de resíduos em aterros sanitários e aumento de sua vida útil.

3.8. A RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS

No Brasil a coleta seletiva de pilhas e baterias teve seu início em 22 de julho de 2000, enquanto a reciclagem de pilhas, alguns tipos, iniciou em 22 de julho de 2001 (CONAMA, 1999).

Segundo Tenório e Espinosa (2006), de maneira geral os processos de reciclagem de pilhas e baterias podem seguir as seguintes linhas:

- Tratamento de minérios: envolve somente processos físicos e separação ou concentração dos materiais que compõem a bateria;
- Hidrometalúrgica: consiste na dissolução ácida ou básica dos metais existentes;
- Pirometalúrgica: consiste na aplicação de altas temperaturas para recuperação dos metais.

Entretanto, para promover o primeiro requisito, tratamento de minério, é necessário o entendimento claro de sua composição. Atualmente, inúmeros laboratórios têm pesquisado o modo de desenvolver processos de reciclagem, ou caso de não ser possível, formas de tratamento para que haja uma disposição segura.

A reciclagem de pilhas e baterias tem um custo muito elevado por dependerem de processos de alta tecnologia e à necessidade de tratamentos especializados para cada metal que a compõe. Em suma, o processo de reciclagem não é uma tarefa simples, ele se divide em quatro fases: a coleta de pilhas, a triagem, o tratamento físico e o tratamento metalúrgico.

No Brasil, segundo Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE (2012), as empresas que efetuam reciclagem de pilhas e baterias são:

- Apliquim Equipamentos e Produtos Químicos Ltda – Paulínia – São Paulo;
- Suzaquim Indústrias Químicas Ltda – Suzano – São Paulo.

Segundo Mantuano et al. (2011), de maneira geral, os processos de reciclagem de pilha e bateria são compostos pelas etapas de preparação da sucata e processamento metalúrgico. Na

preparação da sucata é efetuado todo processamento da triagem e separação do tipo de pilha e bateria. Na etapa de processamento metalúrgico pode-se seguir por duas rotas distintas pirometalúrgica ou hidrometalúrgica, ou até mesmo empregar técnicas híbridas de hidro e pirometalurgia para a obtenção de metais ou seus compostos, conforme demonstrado pelas Figuras 73 e 74 (Anexo A).

3.9. DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS

Conforme Agourakis et al. (2006), no Brasil a maioria das disposições de pilhas e baterias são feitas nos lixões, ou seja, em aterros não controlados, apesar de legalizada. De acordo com Roa et al. (2009), cada pilha ou bateria descartada inadequadamente no meio ambiente pode contaminar uma área de aproximadamente um metro quadrado, que pode ser agravado exponencialmente de acordo com a quantidade descartada.

A coleta e o descarte adequado não são tarefas fáceis e requerem uma política de conscientização de recolhimento, o que justifica sua ineficiência no Brasil em decorrência da legislação, que permite seu descarte em aterros, desde que estejam em níveis adequados ou aceitáveis, conforme Artº 13 e 6 do CONAMA 257/1999.

Entretanto, adverte Nogueira et al. (2011), caso haja dúvida sobre qual tipo de pilha pode descartar, a primeira coisa a ser feita é a verificação da embalagem, que por lei deve conter informações sobre sua composição e forma de descarte adequado.

Visando atender a legislação, CONAMA 401/2008, o programa ABINEE Recebe Pilhas, criado em novembro de 2010, é uma iniciativa conjunta de fabricantes e importadores de pilhas que permite ao consumidor ter a opção para descartar corretamente as pilhas e baterias usadas em seu dia-a-dia (ABINEE, 2019).

Também contratada pelos fabricantes e importadores legais a GM&C, empresa de logística sediada em São José dos Campos - SP, cumpre com as exigências para o transporte destas matérias. Após recolhido este material é entregue à empresa Suzaquim Indústria Química, localizada na região metropolitana da Grande São Paulo (ABINEE, 2019).

Segundo ABINNE (2017), o programa atende todas as capitais, ao todo são cerca de 1054 pontos de coletas distribuídos em todo território brasileiro e a partir de abril de 2018 passou a ser administrado pela empresa GREEN Eletron, sendo responsável deste a coleta até a destinação final.

Ressalta-se que, segundo ABINEE, de todas as pilhas e baterias coletadas pelo programa ABINEE Recebe Pilhas cerca de 30% não são produzidas pelas empresas que participam do programa, levando em consideração o alto custo para se dar a destinação ambientalmente adequada, essas pilhas oneram financeiramente as empresas participantes do programa e em sua maioria não atendem às determinações estabelecidas pela legislação vigente no que tange os limites das substâncias perigosas e sua composição (ABINEE, 2012).

Segundo Oliveira (2013), apesar de menor representatividade na sequência estão descritos alguns outros programas de coleta de pilhas e baterias:

- Lojas de Serviço de Telefonia:
 - Programa Vivo Recycle seu Celular;
 - Tim – Recarregue o Planeta;
 - Programa Claro Recicla.
- Banco Santander: Papa pilhas

3.10. SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Tecnicamente um sistema de informação pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, processam, armazenam e distribuem informação com o intuito de apoiar a tomada de decisões, coordenação e controle de uma organização (LAUDON; LAUDON, 2011). Um sistema de informação é um sistema que possui um processo de captação de dados que são submetidos a um processamento e tem como resultado a saída de uma série de informações.

Segundo Rezende (2005), sistemas de informação são todos os sistemas que produzem ou geram informações, sendo dados trabalhados, com valor atribuído ou agregado a eles, para execução de ações e para o auxílio de processos de tomada de decisão.

De acordo com Dionysio e Santos (2008), a gestão ambiental organizacional tem gerado uma temática de extrema relevância, tanto em agências públicas como privadas, e tendo um reconhecimento de ser um fator imprescindível para o sucesso das organizações. Sabendo-se que número de informações que direciona as preocupações no que tange o desenvolvimento de uma sociedade ambientalmente mais sustentável é significativo, carece de um gerenciamento proporcional tão quanto à complexidade destas informações.

Neste cenário, os sistemas de informação podem exercer o papel de gerenciadores, filtros e fontes de informações relevantes e necessárias para a organização, fornecendo subsídios para a implantação ou manutenção de sistemas de gestão ambiental, abrangendo deste questões

operacionais até indicadores de desempenho. Em concordância, segundo Laudon e Laudon (2007), os sistemas de informação passaram a exercer uma função fundamental nas organizações, haja visto que se destacam como uma das ferramentas mais importantes para o êxito de altos níveis de eficiência e produtividade nas operações.

Segundo Walker (2007) e Schimak (2005), de maneira representativa, cada vez mais, as organizações estão se preocupando com o monitoramento das informações que são necessárias para a identificação e gestão de riscos sociais e ambientais, bem como seus impactos a curto e longo prazo. Sendo assim, os sistemas de informação e o conhecimento ambiental são ferramentas essenciais para a gestão ambiental

Em continuidade serão apresentados alguns sistemas de informação, com funcionalidades e características distintas, colaborando em diversas áreas relacionadas a gestão ambiental.

3.10.1. *Software* COLETASELETIVA

O *software* COLETASELETIVA é composto por dois módulos, um abordando informações conceituais sobre coleta seletiva e o outro é o jogo propriamente “dito”, no qual a atividade de seus usuários são depositar o lixo em suas respectivas lixeiras seletivas. O objetivo *software* é prover uma ferramenta educacional de apoio à conscientização social no que diz respeito à coleta seletiva (CARVALHO; CARVALHO; RODRIGUES, 2009).

3.10.2. Sistema de Informação para Leilão e Comercialização de Resíduos Recicláveis

O Sistema de Informação para Leilão e Comercialização de Resíduos sólidos tem por objetivo fornecer uma ferramenta que permita com transparência a gestão integrada e a comercialização de resíduos sólidos recicláveis obtidos pela triagem de coleta seletiva (BIAZINI FILHO et al., 2016).

3.10.3. Sistema de Informações Geográficas (SIG)

O Sistema de Informações Geográficas – SIG, é definido como um sistema destinado ao tratamento e manipulação de dados geográficos, fazendo deste uma ferramenta de ampla aplicação (CAMARA et al., 2005). Aplicáveis às informações do meio ambiente como modelagem climática, previsão do tempo, monitoramento de desflorestamento, entre outros.

3.10.4. SCOLDSS – Sistema de Apoio a Decisão

O sistema de apoio a decisão SCOLDSS tem por objetivo a geração de alternativas para o processo de decisão no que tange: 1) alocação de veículos para a coleta seletiva e roteiro; 2) determinação de quantidade de resíduo por unidade de triagem (SIMONETTO; BORENSTEIN, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo apresenta-se o contexto metodológico utilizado no desenvolvimento do presente estudo.

4.1. NATUREZA DO ESTUDO

Quanto à forma de abordagem ao problema e aos objetivos propostos, o estudo realizado possui caráter exploratório-descritivo e abordagem metodológica quali-quantitativa.

Segundo Günther (2006), de forma resumida, é possível asseverar que as formas de pensar e fazer pesquisas científicas nas universidades sempre foram consideradas um dos principais objetos de estudos de epistemólogos e outros estudiosos da Ciência. Entretanto, até este momento, são inúmeras as polêmicas em torno do real valor científico no que tange as investigações de abordagem qualitativa, quantitativa e quali-quantitativa.

Fala-se “abordagem”, porque, conforme Gil (2002), as pesquisas científicas usualmente são classificadas por intermédio de seus objetivos gerais em exploratórias, descritivas e explicativas – as quais extremamente úteis para a instituição de marcos teóricos e algumas aproximações conceituais; assim como em relação aos procedimentos técnico-metodológicos empregues pelo pesquisador para coleta, registro, tabulação, organização, codificação, decodificação, apresentação, descrição, interpretação e análise crítico-reflexiva das informações mais amplas, frequentes, relevantes e significativas obtidas de forma empírica, que nos permitem ter uma visão panorâmica referente aos fatos/fenômenos/acontecimentos investigados e confrontar relativamente os dados teóricos com a realidade objetiva existencial concreta.

Na abordagem quantitativa, de forma geral, o conhecimento é objetivo e quantificável, de maneira que o mesmo é obtido, em geral, por meio da realização de pesquisas científicas e experimentais. Sendo que nesta perspectiva, a realidade objetiva existencial concreta é estável, observável e mensurável. Afirma-se isso, porque infere-se que:

[...] num estudo quantitativo o pesquisador conduz seu trabalho a partir de um plano estabelecido a priori, com hipóteses claramente especificadas e variáveis operacionalmente definidas. Preocupa-se com a mediação objetiva e a quantificação dos resultados. Busca a precisão, evitando distorções na etapa de análise e interpretação dos dados, garantindo assim uma margem de segurança em relação às inferências obtidas (GODOY, 1995, p.58).

É certo que os processos de análise e interpretação dos dados obtidos pelo pesquisador diferenciam-se, significativamente, em função dos diferentes esquemas de pesquisa científica. Contudo a peculiaridade de cada maneira de tratamento, torna-se possível, na concepção de Chizzotti (1998), Santos Filho e Gamboa (2002) e Teixeira (2003), proceder os dados recolhidos quantitativa e qualitativamente simultaneamente, isto é, de forma qualiquantitativa.

O presente estudo trata-se de uma estratégia para implantação de um sistema computacional para apoiar a coleta seletiva de pilhas e baterias de celular em atendimento ao Decreto nº 7.404/2010, em seu Artigo 6º *“os consumidores são obrigados, sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou quando instituídos sistemas de logística reversa na forma do art. 15, a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e a disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução”*.

O sistema computacional a ser implantado compreende a adaptação de caixas coletoras, a determinação de responsabilidade para destinação final e a implementação de um sistema de informação para gestão da coleta de forma automatizada.

4.2. LOCAL DA REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi realizado em uma Instituição de Ensino Superior (IES) do interior do Estado de São Paulo. A IES em questão, fundada em 1924 possui um grande papel de contribuição para o desenvolvimento da sociedade na qual está inserida, dispondo de cursos de licenciatura e bacharelado, oferecendo uma ampla infraestrutura de ensino, pesquisa e extensão, com laboratórios, equipamentos, bibliotecas e recursos tecnológicos. Até o presente momento foram mais de 500 mil atendimentos à comunidade, por meio de seus programas de extensão, nas clínicas, laboratórios, hospitais, Unidade de Pronto Atendimento (UPA) e Unidade Básica de Saúde (UBS) do município e região.

Suas instalações e infraestrutura tornam-na referência dentre as instituições particulares de ensino superior do país. Instalada em uma área de cerca de 120 mil metros quadrados, composta por alamedas, uma vasta área verde, bosque, entre outros.

Atualmente a IES, entre alunos e funcionários conta uma rotatividade diária de 2 mil pessoas que circulam de forma distribuída em seus 15 blocos. A distribuição dos blocos é feita por áreas de concentração dos cursos oferecidos.

4.3. CAIXAS COLETIVAS PARA O PROTÓTIPO DE AUTOMATIZAÇÃO

Conforme destacado na Figura 6, na IES, atualmente, estão instaladas 8 caixas coletoras seletivas de pilhas e baterias de celular distribuídas respectivamente nos blocos:

- A – 01;
- B – 02B;
- C – 29;
- H – 06;
- S – 30B;
- Teatro – 14;
- Música – 18;
- Hospital – 27.

Figura 6 - Mapa da Instituição de Ensino Sede do Trabalho



Fonte: Instituição de Ensino Superior (2019)

As caixas atuais são convencionais, ou seja, não possuem qualquer tipo de automação e todo o processo inerente à coleta é manual. Para a determinação inicial da localização de instalação dos pontos de coletas também foram avaliados os seguintes requisitos: Visibilidade; Infraestrutura disponível para instalação; Fluxos de visitação e Flexibilidade para remoção do material coletado.

Para o presente estudo, como protótipo, foi selecionada uma caixa do mesmo padrão utilizado na IES, objetivando garantir que não haja quaisquer necessidades de mudanças de recursos já implantados.

As caixas coletivas são feitas em aço, possuindo dois recipientes internos com capacidade de 3,85L (cada) para a separação do resíduo a ser coletado confeccionados em aço carbono e pintura eletrostática preta. As medidas (AxLxP) são: 305mm x 216mm x 140mm (Figura 7).

Figura 7 - Caixa Coletiva para Protótipo de Automação



Fonte: Instituição de Ensino Superior (2019)

Por meio do presente estudo fez-se uma reavaliação para verificar a aderência das caixas coletoras mediante alguns fatores determinantes no processo de automatização. Apesar de noutra momento ter sido feito um estudo de campo para a instalação das caixas coletivas, se faz necessário, para o processo de automatização, que em cada ponto de instalação de caixa coletiva possua alimentação de energia elétrica e ponto de rede interna – *Ethernet*.

4.4. MONTAGEM DO MÓDULO DE AUTOMATIZAÇÃO

Por ser um projeto piloto desenvolvido pela IES, definiu-se a produção inicial de 1 módulo de automatização, que será implantado na caixa coletora disposta em uma área com maior fluxo de alunos e funcionários, possuir todos os requisitos descritos anteriormente e estar localizada próximo ao departamento dos alunos de computação que futuramente serão os responsáveis pela operacionalização do processo de coleta.

O módulo de automatização é composto por: 1) Um sensor de peso – célula de carga / amplificador – responsável por controlar o peso dos resíduos depositados na caixa coletora; 2) Dois *kits* receptor e emissor IR 5mm, contadores de quantidade de resíduos coletados pela caixa; 3) Um módulo de comunicação – Módulo *Ethernet* – responsável por permitir a comunicação entre os sensores da caixa coletora e o sistema de informação de gerenciamento.

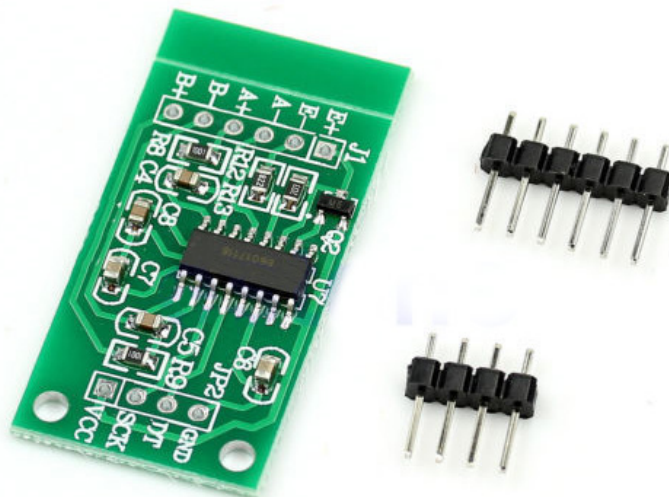
As especificações técnicas de cada componente do módulo de automatização e acessórios para a caixa coletora são dispostas nos subitens a seguir.

4.4.1. Sensor de Peso

Em cada caixa de coleta, foi instalado um *kit* de sensor de peso, na parte inferior da caixa, composto por uma célula de carga de capacidade de 50 Kg e módulo conversor HX-711. A célula de carga permite detectar o peso e o módulo conversor possibilita medições de peso com precisão.

Na Figura 8 é apresentado o módulo conversor responsável pela amplificação do sinal obtido pela célula de carga e na Figura 9 é apresentada a célula de carga responsável pela pesagem do material coletado.

Figura 8 - Módulo Conversor HX-711 para Sensor de Peso



Fonte: FILIPEFLOP (2019a, s. p)

Figura 9 - Célula de Carga - 50kg – Controle de Peso



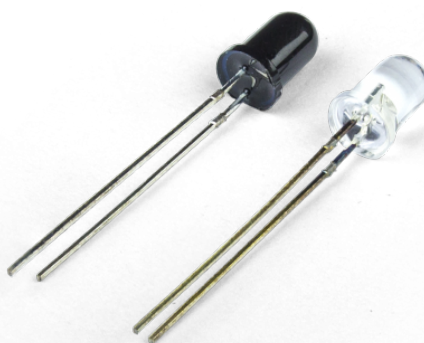
Fonte: FILIPEFLOP (2019b, s. p)

4.4.2. LED Receptor e Transmissor IR

Na parte frontal da caixa coletora, foi instalado um *Kit* Receptor e Emissor IR 5mm, em cada uma das repartições, responsável por registrar continuamente a contagem de cada pilha ou bateria de celular coletada. No momento em que uma pilha ou bateria de celular for inserida, o sensor exercerá a função de um contador, enviando um sinal para o módulo controlador registrando mais uma coleta efetuada.

Na Figura 10 é apresentado o *kit* Receptor e Emissor IR responsável pela contagem de cada material inserido na caixa coletora. O conjunto possui um fototransmissor PT333-3B / *Led* Preto e um *Led* Emissor IR333C / *Led* Transparente.

Figura 10 – LED Receptor e Transmissor IR 5mm – Contador de Material Coletado



Fonte: FILIPEFLOP (2019c, s. p)

4.4.3. Módulo de *Ethernet*

No módulo de controle, determina-se o acoplamento de um módulo de comunicação *Ethernet* ENC28J60, permitindo a conectividade entre o módulo controlador da caixa coletora e o sistema de gerenciamento por uma rede interna, com a identificação de um *Internet Protocol* (IP) fixo. Na Figura 11 é apresentado o módulo *Ethernet* que tem por finalidade a conexão do microcontrolador a uma conexão *Ethernet*.

Figura 11 - Módulo *Ethernet* – ENC28J60 – para controle de comunicação

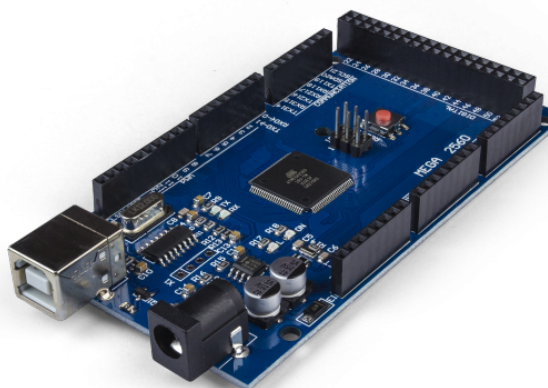


Fonte: FILIPEFLOP (2019d, s. p)

4.4.4. Módulo de Controle

Para o desenvolvimento do módulo de controle, foi selecionada para a utilização uma Placa Mega 2560 R3, sendo integrados os sensores e o módulo de comunicação. O módulo de controle será instalado em um compartimento interno da caixa coletora na parte traseira, permitindo uma flexibilidade de interligação dos componentes (Figura 12).

Figura 12 - Placa Mega 2560 R3 – Módulo de Controle



Fonte: FILIPEFLOP (2019e, s. p)

Para o desenvolvimento da automatização das caixas coletoras foi definido o Arduino como plataforma de prototipação eletrônica, pois permite a utilização de forma flexível de *hardwares* e *softwares* auxiliares. O Arduino Mega 2560 é uma placa microcontroladora baseada no ATmega2560 (*datasheet*). Possui 54 pinos de entrada/saída digitais, 16 entradas analógicas, 4 *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART) - portas seriais de *hardware*, um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão *Universal Serial Bus* (USB) – porta serial universal, uma entrada de alimentação, uma conexão *In-Circuit Serial Programming* (ICSP) e um botão *reset*.

Para a codificação foi definida como ferramenta sua própria *Integrated Development Environment* (IDE) e como linguagem de programação o C++, considerando as restrições impostas pela plataforma. Como funcionamento automatizado foram determinadas as seguintes funcionalidades para automação:

- Controle de Quantidade Coletada;
- Controle de Peso para determinação de esvaziamento ou retirada;
- Controle de Comunicação de alerta;
- *Reset*.

4.5. PLANO DE GERENCIAMENTO

Para a mapeamento do Plano de Gerenciamento foram aplicadas técnicas de Gestão de Processos de Negócios – *Business Process Management* (BPM), permitindo uma visualização macro e a modelagem dos processos inerentes a todo o fluxo de coleta e de gestão de coleta.

Para documentação de cada fluxo de processo foram construídos os quadros de Caso de Uso de Negócio e rastreabilidade, utilizando a *Unified Modeling Language* (UML) ou Linguagem de Modelagem Unificada e análise de requisitos, para a determinação da sequência operacional e restrições de negócio.

4.6. SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O GERENCIAMENTO DE COLETA SELETIVA

Para que haja um controle efetivo da gestão de resíduos sólidos torna-se necessário o controle minucioso dos dados e uma ferramenta que permita o registro e extração de informação

a respeito do processo de coleta. Objetivou-se pelo desenvolvimento de um sistema de informação, sendo este uma ferramenta, não somente de apoio a decisão e controle da informação, como também monitor das caixas coletoras e gerador de indicadores.

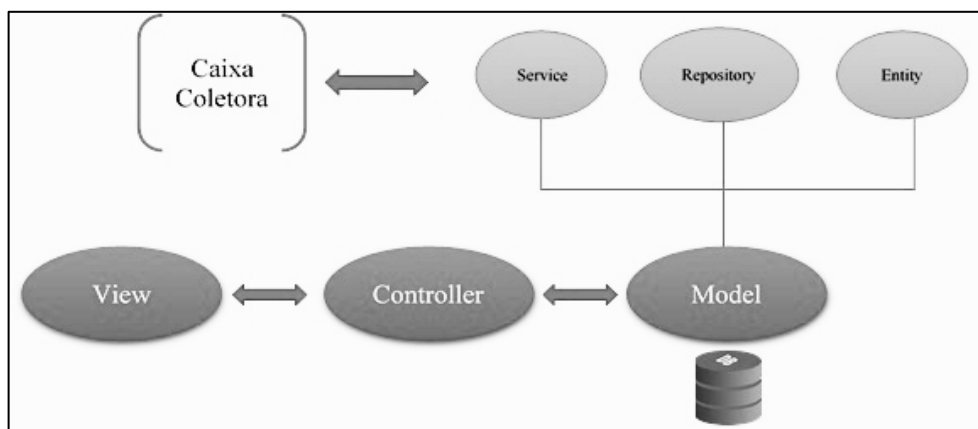
Para a implementação do sistema de informação, quanto o armazenamento das informações, adotou-se o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) Oracle versão 12C, desenvolvido pela empresa Oracle Corporation.

Para a implementação das interfaces do sistema de informação foi adotado como ferramenta de desenvolvimento o *framework* Eclipse versão 2019-09. Conceituado por ser um Ambiente de Desenvolvimento Integrado e uma ferramenta apropriada para o desenvolvimento de aplicações Java, suportando conectividade com o SGBD Oracle e permitir comunicação *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* (TCP/IP).

Para o desenvolvimento das interfaces gráficas do sistema de informação foi determinado como *plugin* o *PrimeFaces*, por ser um *framework* para projetos JFS – *Java Server Faces*, que permite um desenvolvimento de aplicações sofisticadas tanto para empresas ou organizações como também para sites padrões.

Como padrão de arquitetura do sistema foi utilizado a divisão em três camadas, *Model-View-Controller* (MVC)¹ permitindo isolar as regras de negócios da lógica de apresentação e a interface com o usuário. Neste contexto, flexibilizando a existência de várias interfaces com o usuário que podem ser modificadas a qualquer momento sem que haja a necessidade de mudanças das regras de negócio (Figura 13).

Figura 13 - Modelo Sistema – MVC



Fonte: Autoria Própria (2019)

¹ MVC: acrônimo de *Model-View-Controller*, é um padrão de projeto de *software* ou padrão de arquitetura de *software*. Este padrão possibilita a divisão dos projetos em camadas muito bem definidas, cada uma executando o que lhe é definido e nada mais (LUCKOW; MELO, 2015).

4.6.1. Modelagem de Negócio

O objetivo da modelagem de negócio é descrever a importância de se entender o modelo de negócio da organização, suas necessidades e seus principais problemas, buscando alternativas para resolver esses problemas, otimizar os processos, documentar e atender as necessidades de seus *stakeholders* (LEFFINGWELL; WIDRIG, 2000).

A modelagem de negócio foi implementada com o *software* Bonita Community Edition 7.8.2 da empresa Bonitasoft S.A.

4.6.2. Modelagem de Sistema

Segundo Sommerville (2011), a modelagem de sistema é o processo de desenvolvimento de modelos abstratos de um sistema de informação, sendo que cada modelo tem por objetivo descrever uma visão ou perspectiva, diferente do sistema de informação. Elaborados para auxílio durante o processo de engenharia de requisitos, ajudará a extrair e mitigar os requisitos do sistema durante sua fase de projeto. Para a documentação e modelagem do sistema foi utilizada a *Unified Modeling Language* (UML) ou Linguagem de Modelagem Unificada. As notações adotadas para modelagem do sistema de informação foram:

- Diagrama de Classes: para representação da estrutura e relação das classes, utilizadas durante a modelagem e no desenvolvimento;
- Diagrama de *Use Case*: utilizado para descrever os cenários onde mostram as funcionalidades do sistema do ponto de vista do usuário, utilizado na fase de levantamento e análise de requisitos.

Como ferramenta para elaboração dos modelos foi utilizado o *software* StarUML 3.1.0, da empresa MKLabs Co., Ltd.

4.6.3. Modelagem de Banco de Dados

A modelagem de banco de dados é um dos momentos mais críticos no processo de desenvolvimento de *software*, nesta fase deve-se entender de forma precisa a necessidade do requisito, para que o produto final atinja os objetivos estabelecidos (ALVES, 2014).

Após a modelagem de sistema iniciou-se a elaboração do modelo conceitual, também denominado Diagrama de Entidade Relacionamento (DER), que objetiva apresentar uma descrição do banco de dados da maneira mais próxima ao entendimento do cliente.

Para a implementação do DER foi usado o *software* brModelo versão 3.0, desenvolvido pela Univag/FFSC.

Após, a modelagem conceitual do banco de dados, deu-se início a elaboração do Modelo Lógico, denominado Modelo de Entidade Relacionamento (MER), assim considerou-se as restrições de padrão e nomenclatura, normalização, integridade referencial e tipo de dados. Para a implementação do MER, utilizou-se o *software* *SQL Data Modeler* 17.2 da empresa Oracle Corporation.

4.6.4. Modelagem Conceitual

A modelagem conceitual pode ser entendida como um objeto de domínio de um determinado problema do mundo real, no qual possam ser compreendidas as necessidades reais e identificar as possíveis soluções que possam atender essas mesmas necessidades descritas (LEFFINGWELL; WIDRIG, 2000). Um modelo conceitual é uma estrutura cognitiva utilizada para o entendimento e comunicação de aspectos físicos e sociais inerentes ao mundo real (LOU-COPOULOS; KARAKOSTAS, 1995).

Para a elaboração do modelo conceitual foram observados e elicitados os objetos de estudo baseando-se nos requisitos de negócios. Objetivando uma representação fidedigna da realidade, após a identificação dos objetos foram feitas avaliações quanto a sua abrangência, nível de detalhamento e recursos disponíveis. Concluindo a fase de modelagem conceitual foi verificou-se sua coerência em relação ao problema real.

4.6.5. Definição do Problema

Pfleeger (2004) descreve como premissa para o desenvolvimento de qualquer *software* a identificação do problema no qual se pretende resolver. Os problemas, em sua maioria, são difíceis de resolver, principalmente, quando se trata de algo novo, ou seja, que nunca antes tenha sido resolvido. Assim sendo, qualquer proposta de solução deve começar a partir da investigação analisando e definindo o problema, dividindo-o em partes para que sejamos capazes de entender e manipular.

Para a definição do problema foram efetuados alguns processos da análise de requisitos de *software* (observação, entrevista e documentação) com o responsável atual do processo de coleta seletiva existente.

4.6.6. Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, segundo Tubino (2000), permite simplificar os processos considerados complexos, distribuindo-os em processos simplificados e, conseqüentemente, mais controláveis. Em síntese, é uma ferramenta determinante na identificação de causas raiz do problema (SLACK et al., 2009).

Em continuidade, após a definição do problema, objetivando uma serialização e simplificação do problema, foi elaborado o Diagrama de Ishikawa utilizando a subdivisão e classificação dos problemas em 6 tipos de causas mais comuns: 1 - Mão de obra; 2 - Matéria-prima; 3 - Máquinas; 4 - Medidas; 5 - Meio ambiente e 6 - Método.

4.6.7. Stakeholders

De maneira geral, *stakeholders* em uma organização é, por definição, qualquer indivíduo ou grupo que, de alguma maneira, possa afetar ou ser afetado pela realização dos objetivos da empresa (FREEMAN, 2010). Inclui também como *stakeholders*, indivíduos, grupos e outras organizações que possuem interesse nas ações de uma empresa e que possam influenciá-la (SAVAGE et al., 1991).

A identificação dos *stakeholders* fez-se a por meio de uma entrevista junto ao responsável atual do processo após a avaliação e aprovação do escopo inicial do presente trabalho, considerando as adequações no processo de coleta seletiva existente e as possíveis mudanças inferidas pelo *software* proposto e pela automatização das caixas coletoras.

4.6.8. Fronteira Sistêmica

A fronteira sistêmica determina ou restringe a área de atuação do sistema. A abordagem sistêmica é uma metodologia que tem por finalidade buscar a elaboração de conceitos sobre determinado objeto de pesquisa (LEFFINGWELL; WIDRIG, 2000).

Para a determinação da fronteira foi efetuada uma avaliação do processo de coleta seletiva existente e os recursos disponíveis buscando responder as seguintes questões:

- Quem fornecerá, usará ou removerá a informação do sistema?
- Quem operará o sistema?
- Quem realizará manutenção no sistema?
- Onde o sistema será usado?
- De onde o sistema conseguirá sua informação?
- Que outros sistemas externos interagirão com o sistema?

4.7. INDICADORES

Por meio, do desenvolvimento do sistema de informação e da análise dos dados brutos é possível o levantamento de indicadores que possibilitam uma acurácia na análise de informações. Em síntese, os indicadores tornam-se ferramentas essenciais nas mãos dos gestores para verificar e garantir que os objetivos estão sendo atingidos da melhor forma, e inversamente proporcional, possibilita uma previsibilidade de quaisquer desvios do que foi planejado.

Objetivando o gerenciamento detalhado de todo o processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular na IES, os indicadores que serão levantados são:

- a) Comparativo de Coleta por Bloco e Cursos: tendo em visto que a disposição dos cursos junto aos blocos é feita por área de concentração dos cursos, o indicador permitirá uma análise de coleta por área de concentração de cursos;
- b) Avaliação de Coleta por Caixa Coletora: com este indicador será possível avaliar se a escolha do local para a instalação da caixa coletora foi adequada, e possibilita uma perspectiva para realocação do recurso;
- c) Avaliação de Evolução de Coleta: entendendo que o processo de coleta é executado de forma orgânica onde é implantado, este indicador permite avaliar a aderência da comunidade envolvida com o processo de coleta seletiva já implantado;
- d) Avaliação de Evolução de Coleta por Bloco: este indicador tem por objetivo avaliar a evolução do processo de coleta por bloco.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo estão descritos os resultados encontrados no estudo, bem como a discussão dos mesmos.

5.1. ATIVIDADES E PROGRAMAS DE COLETA

De acordo com relatos da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, disponíveis no site da prefeitura municipal em <https://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/>, são realizadas campanhas educativas em relação à importância da destinação adequada dos resíduos eletrônicos. Em 2014 foi instalado um ponto de coleta chamado Eco ponto para resíduos eletrônicos, entretanto, este ponto não recebe pilhas e baterias, conforme informado pela empresa que efetua a reciclagem, os mesmos não tratam esses tipos de resíduos.

O descarte na cidade é efetuado por alguns estabelecimentos por meio de parcerias entre as empresas e os fabricantes. Existem iniciativas que são realizadas por instituições, empresas e organizações para a coleta seletiva de pilhas e baterias.

De maneira geral, no município onde foi realizado o referido estudo, o único canal de destinação final é o Programa ABINEE Recebe Pilhas, que disponibiliza, atualmente, apenas um único ponto de coleta gratuita: Eletrônica Rios, Av. Independência, 859 – Vilas Seixas – Ribeirão Preto /SP.

5.2. MAPEAMENTO E ADEQUAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO

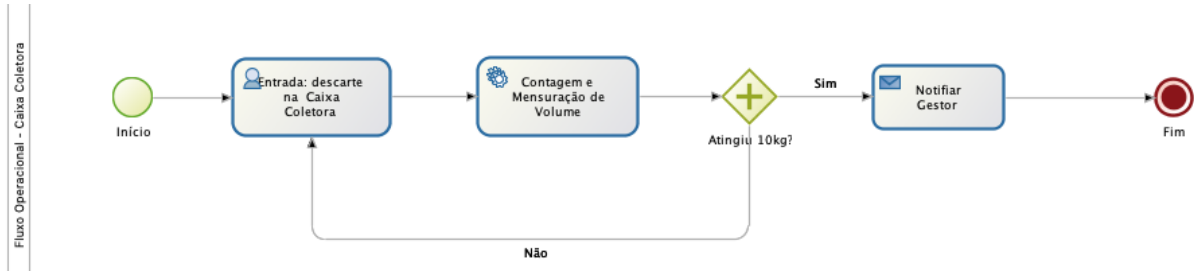
O objetivo deste tópico é fornecer subsídios para adequar a coleta seletiva, o transporte, o armazenamento e a destinação final de pilhas e baterias de celular. O plano a ser adotado é de gestão compartilhada, em que se define a cadeia de responsabilidades e atribuições.

A implantação de um processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular pode ser desenvolvido por iniciativa pública ou particular. Contudo, é de relevância destacar que a implantação de um processo de coleta seletiva voluntário é constituída de uma dinâmica própria, como por exemplo, o processo de sensibilização da comunidade que deverá ocorrer de forma gradativa.

O processo de coleta a ser implantado pode ser descrito em dois fluxos operacionais. O primeiro fluxo determinando os procedimentos interferidos diretamente pela caixa coletora do

processo de recebimento de pilhas e baterias de celular (Figura 14). O segundo fluxo determinando os procedimentos de gestão que deverão ser aplicados para a execução da destinação final ambientalmente adequada do resíduo coletado (Figura 15).

Figura 14 - Fluxo Operacional - Caixa Coletora



Fonte: Autoria Própria (2019)

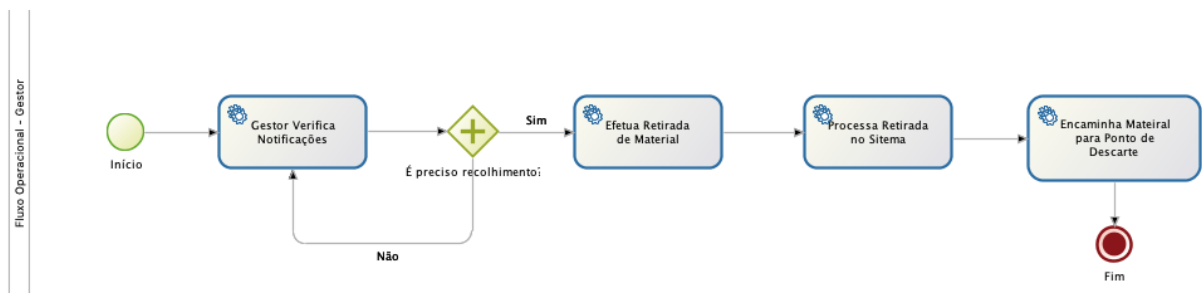
No Quadro 3 é exibida a descrição do fluxo operacional da Caixa Coletora.

Quadro 3 - Descrição do Fluxo Operacional da Caixa Coletora

Identificação	Fluxo Operacional da Caixa Coletora
Ator	Caixa Coletora
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. Após a inserção de resíduo, o módulo controlador efetua a contagem de resíduo e a pesagem final do conteúdo; 2. A cada acionamento de pesagem é avaliada se a quantidade máxima permitida foi atingida; 3. Se a quantidade máxima permitida for atingida, o módulo controlador dispara uma notificação para o gestor por meio do sistema de informação.
Restrição	Peso máximo permitido 10kg.

Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 15 - Fluxo Operacional - Gestor



Fonte: Autoria Própria (2019)

No Quadro 4 é exibida a descrição do fluxo operacional do Gestor.

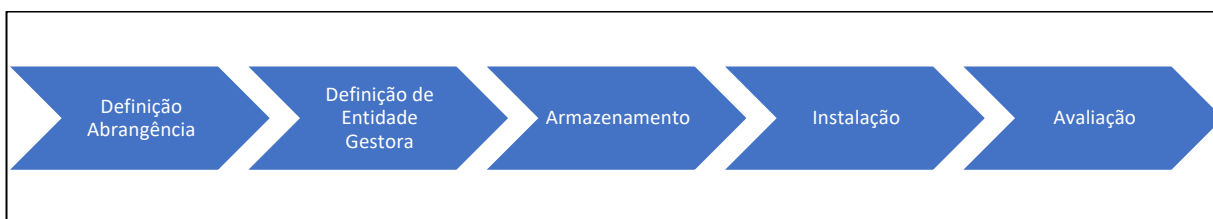
Para o processo de implantação adotou-se a subdivisão em etapas conforme disposto na Figura 16.

Quadro 4 - Descrição do Fluxo Operacional do Gestor

Identificação	Fluxo Operacional do Gestor
Ator	Gestor / Funcionário
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1 Periodicamente o gestor verifica o painel de monitoramento de notificações se há necessidade de retirada de material de alguma caixa coletora; 2 Caso haja notificação de retirada, o gestor encarrega o responsável pela coleta de ir até a caixa coletora que gerou a notificação e efetua a retirada do resíduo coletado; 3 O responsável pela coleta que efetuou a retirada, coloca o resíduo em uma embalagem para transporte; 4 O gestor verifica o ponto de entrega disponível mais próximo e encarrega um responsável para encaminhar o material para destinação final; 5 O gestor registra a baixa da notificação, gerando um controle de coleta e destinação de material coletado.
Restrições	Peso máximo permitido para descarte por retirada deve ser 10kg.

Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 16 - Etapas de Implantação do Plano de Gerenciamento



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.2.1. Identificação da entidade gestora da coleta

Atualmente, a instituição possui um processo de coleta seletiva de resíduos sólidos gerados pelo descarte de materiais de tecnologia e telefonia. Periodicamente, após o acúmulo de um montante mínimo para coleta, determinado por uma empresa terceirizada que realiza a coleta, o resíduo que fica em um ambiente específico e devidamente administrado, e por último enviado para destinação final. Esse processo é administrado pelo Centro de Tecnologia e Informática que efetua a supervisão desde o armazenamento até a coleta para destinação final.

Entretanto, visando o processo ensino-aprendizado dos alunos, propõe-se que a gestão do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular seja de responsabilidade dos alunos dos cursos de computação da IES (Engenharia de Computação e Engenharia de *Software*).

5.2.2. Definição do Destino Final do material recolhido

Quando notificado pelo sistema de informação ou pelo painel da caixa coletora da necessidade de se efetuar a destinação da coleta, o departamento gestor efetuará a retirada do material recolhido pelas caixas coletoras e encaminhará ao ponto de descarte regulamentado e disponibilizado pelo Programa ABINEE Recebe Pilhas mais próximo. Para a determinação de qual ponto de entrega o gestor encaminhará o resíduo recolhido, a empresa GREEN Eletron disponibiliza um *site* que permite a busca e identificação dos pontos disponíveis para entrega do material recolhido (Figura 17).

Inicialmente o processo contempla a entrega direta ao ponto de recolhimento, obedecendo as regras para que o recebimento e os processos inerentes à destinação final sejam realizados de modo gratuito, por intermédio do serviço de logística reversa subsidiados pelos fabricantes. Posteriormente, caso haja um aumento que justifique uma mudança no processo, o recolhimento poderá ser solicitado para que seja efetuado diretamente na IES.

Figura 17 - Site para Localização de Ponto de Recebimento



DESCARTE GREEN RECEBE PILHAS

Pilhas e baterias usadas merecem um novo começo. Ajude a Green Eletron a criar um mundo melhor.

1578998
Peso total (em kg) já coletado

OBS1: Clique nas bolinhas o mapa para saber o endereço do posto de recebimento.

Consulte aqui em seu Estado ou Cidade o Posto de Recebimento mais próximo:

Estado:

Cidade:

Nome Fantasia	Endereço	Bairro	Cidade
TEC. ART. PARA AVIAMENTOS 253 LTDA - 261	RUA BUENOS AIRES 261	CENTRO	RIO DE JANEIRO
*BIGLAR - JARDIM DAS AMÉRICAS	AV. BRASÍLIA, 650	JARDIM DAS AMERICAS	CUÍBA

Fonte: GREEN Eletron (2019, s.p)

5.3. DOCUMENTAÇÃO DO PROCESSO DE COLETA

Conforme as normas e portarias vigentes, a destinação final de pilhas e baterias deve passar por procedimentos de tratamentos específicos para sua reciclagem e descarte para que não apresente risco à saúde e ao meio ambiente. Neste sentido faz-se necessária a documentação dos procedimentos implementados para a coleta seletiva de pilhas e baterias.

Embora haja uma legislação específica quanto ao tratamento para destinação de pilhas e baterias em decorrência da presença de metais pesados, que são altamente tóxicos e nocivos, em sua composição, e quanto a determinação das responsabilidades dos envolvidos para uma destinação correta, não há uma documentação prática para a implementação de processos de coleta seletiva de pilhas e baterias. Neste caso adota-se como premissa para o desenvolvimento a documentação disposta pela ABINEE com as determinações impostas pelo programa ABINEE Recebe Pilhas, pelo Decreto nº 7.404/2010 e a Resolução nº CONAMA 401/2008.

Em síntese, a atualização do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias proporcionará os seguintes insumos:

- Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias: sensibilização social quanto a importância de uma destinação correta de pilhas, contribuir para minimizar os riscos ao ambiente e à saúde e garantir uma destinação ambientalmente correta para as pilhas e baterias;
- Caixa Coletora com Sistema Automatizado: possibilitar o descarte de pilhas, garantir um armazenamento adequado e seguro até a destinação final, controle automatizado para continuidade do processo de coleta;
- Sistema de Informação: proporcionar gerenciamento das caixas coletoras, registrar movimentações de coleta das caixas coletoras, registrar movimentação de envio para destinação final e fornecer relatórios para análise administrativa do processo de coleta implantado.

Foram exploradas as tecnologias disponíveis e as regulamentações objetivando o desenvolvimento conciso do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias, e facilitar o desenvolvimento das caixas coletoras automatizadas e da ferramenta de gerenciamento e administração.

5.4. MODELAGEM CONCEITUAL

A modelagem conceitual descreve de maneira natural os fatos que estão mais próximos da realidade do ambiente do cliente, proporcionando a aquisição de entendimento maior no que tange o problema proposto a ser resolvido. Os artefatos gerados pelo processo de modelagem conceitual são do domínio do problema e não do domínio da solução, ou seja, descrevem as necessidades de um negócio e, conseqüentemente, serve como subsídios para a estruturação adequada da solução (LEFFINGWELL; WIDRIG, 2000).

5.4.1. Definição do Problema

Considerando o escopo apresentado pode-se identificar os seguintes problemas para a implantação de um Sistema Automatizado de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias para uma IES e quais são os afetados (Quadro 5).

Quadro 5 - Definição do Problema

Elementos	Descrição
O problema	Destinação inadequada para pilhas e baterias
Afetados	Saúde e Meio Ambiente
Motivos	Não há um processo de coleta seletiva definido para o descarte de pilhas e baterias na localidade da instituição de ensino superior.
Benefícios	<ul style="list-style-type: none"> • Conscientização em relação a importância do descarte correto de pilhas e baterias; • Será possível efetuar o descarte ambientalmente adequado para as pilhas e baterias; • Monitorar e controlar o descarte de forma automatizada.

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.4.2. Causa Raiz do Problema

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe, descreve as causas que influenciam na Destinação Inadequada de Pilhas e Baterias de Celular, diminuí-se, assim as causas elucidadas com a implementação do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias.

Entretanto, é importante ressaltar o que efetivamente poderia gerar o problema e que seja pertinente ao negócio, descrevendo de forma gráfica e descritiva a estruturação do problema trabalhado, ilustrado na Figura 18 (SLACK et al., 2009).

Figura 18 - Diagrama de Ishikawa – Causa Raiz do Problema



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.4.3. Stakeholders

Descreveu-se os indivíduos ou grupo de indivíduos impactados pela implantação do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias. Conforme disposto no Quadro 6, distinguem-se os indivíduos que influenciam no processo.

Quadro 6 - Stakeholder

Afetados	Stakeholder
Público Geral	Público
Gestor do Departamento de Tecnologia	Usuário do Sistema
Funcionário do Departamento de Tecnologia	Agentes de Coleta

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.4.4. Fronteira Sistêmica

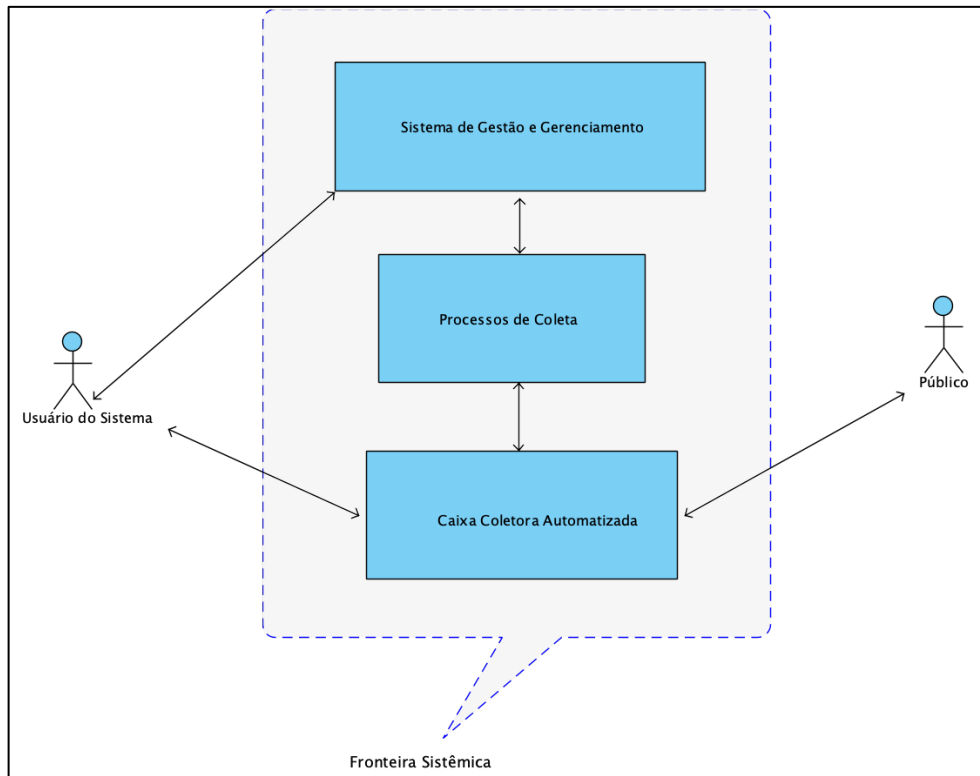
Descrito pela Figura 19, determinou-se a área de atuação sistêmica da solução proposta no âmbito de aplicação na IES, conforme descrito:

- Sistema de Gestão e Gerenciamento: o novo sistema possuirá interfaces que permitirá aos usuários, controlados por autenticação de acesso, receber notificações de alerta de coleta, registro de coleta efetuada, cadastros gerais, relatórios de gestão

e gerenciamento, interface de gerenciamento e armazenamento por caixa coletora, mecanismo de comunicação TCP/IP com caixas coletoras;

- Caixa Coletora Automatizada: cada caixa coletora possuirá repartições específicas para a disposição de pilhas e baterias, conterà um indicador de disponibilidade, será composta por um mecanismo automatizado de controle de recebimento e esvaziamento e possuirá um mecanismo de comunicação TCP/IP com o Sistema de Informação responsável pela gestão e gerenciamento;
- Processos de Coleta: determinará por intermédios de normas a implementação e execução de coleta seletiva de pilhas e baterias.

Figura 19 - Fronteira Sistemica



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.4.5. Lista de Restrições

Dentre as necessidades sistêmicas apuradas, destacam-se as listas de restrições a serem consideradas na solução proposta. É possível visualizar, no Quadro 7 a lista de restrições.

Objetivando a implementação e execução adequada do processo de coleta seletiva, as restrições devem ser identificadas e administradas corretamente.

Quadro 7 - Lista de Restrições

Fonte	Restrição	Lógica
Sistêmica	O Sistema de Informação para a Gestão e Gerenciamento e as Caixas Coletoras deverão possuir um mecanismo de comunicação em rede.	O sistema de informação de Gestão e Gerenciamento e as caixas coletoras deverão possuir um mecanismo de intercomunicação
Sistêmica	As Caixas Coletoras deverão possuir restrição de peso.	Para usufruir gratuitamente do serviço de logística reversa fornecidos pelos fabricantes é necessário que o peso total para cada entrega de resíduos seja de no máximo 10kg.

Fonte: Autoria Própria (2019)

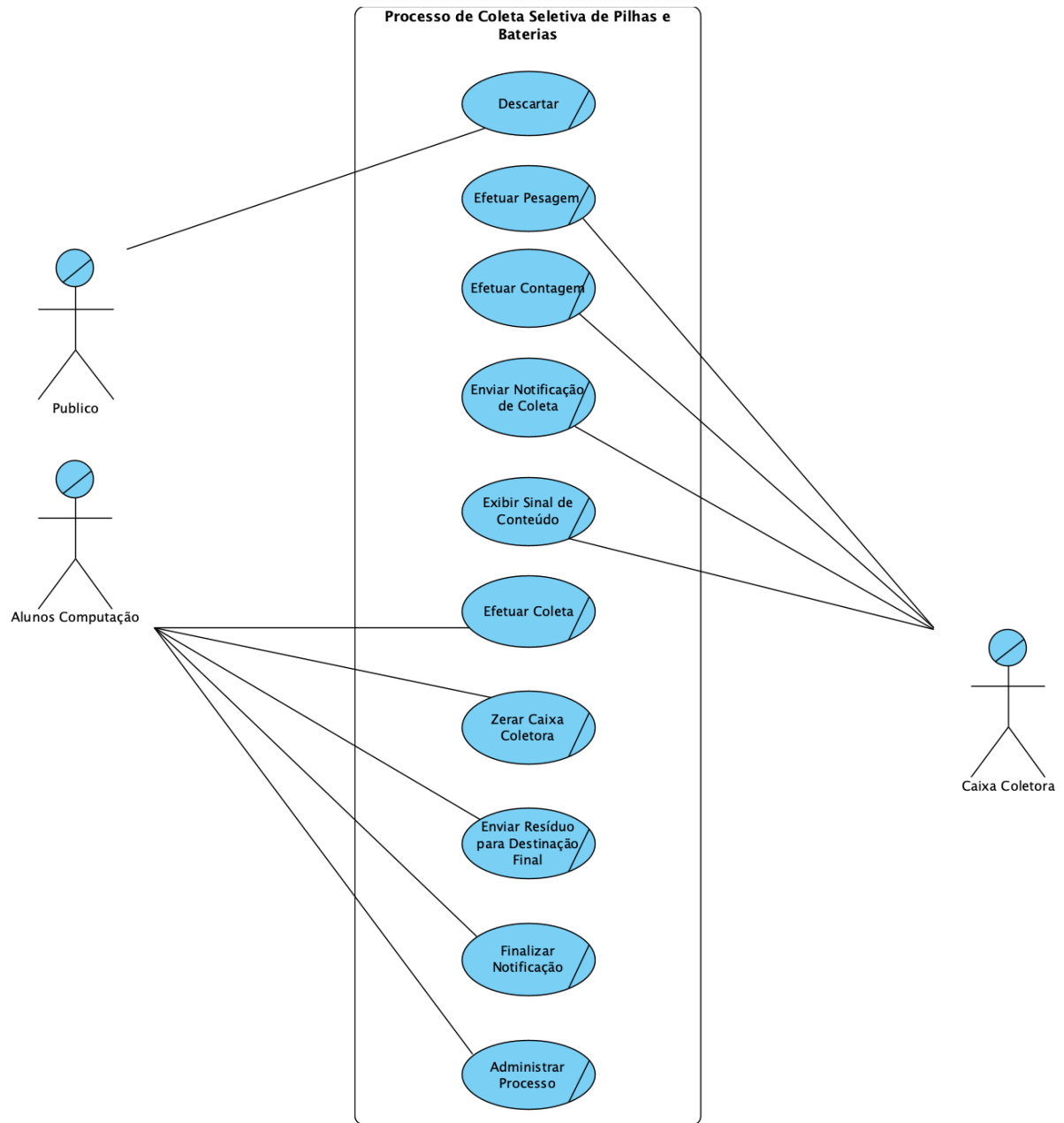
5.5. USE CASES DE NEGÓCIO

O *use case* de negócio descreve a direção e a intenção do negócio. De maneira geral, a direção é fornecida na forma de metas de negócio, que consequentemente são derivadas da estratégia de negócio, enquanto a intenção é expressa como o valor agregado e os meios de interação com os envolvidos (JOHNSTON, 2004).

Este modelo é utilizado por gestores, analistas de negócios e *designers* de negócio objetivando entender e aprimorar o modo em que o negócio interage com o ambiente externo e por analistas de sistemas e arquitetos de soluções para fornecer subsídios para o desenvolvimento da solução proposta. Também é utilizado pelo coordenador de projeto para planejar o conteúdo das iterações durante a modelagem de negócio e o processo do rastreamento (JOHNSTON, 2004).

O *use case* de negócio correspondente ao Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Bateria de Celular é demonstrado pela Figura 20.

Figura 20 - Use Case de Negócio - Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias de Celular

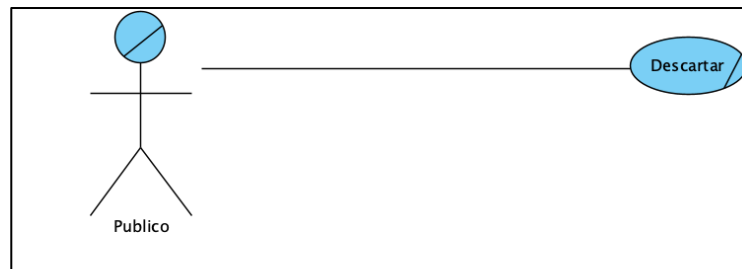


Fonte: Autoria Própria (2019)

5.5.1. Diagrama Use Case de Negócio: Descartar

Na Figura 21 é exibido o Use Case de Negócio demonstrando como é o processo Descartar. No Quadro 8 é exibida a descrição do Use Case de Negócio Descartar.

Figura 21 – Diagrama *Use Case* de Negócio Descartar



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Quadro 8 - Diagrama *Use Case* de Negócio Descartar

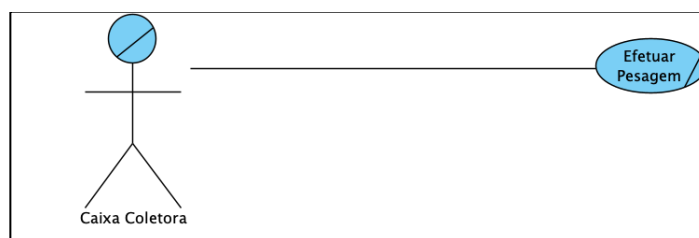
<i>Use Case</i> de Negócio	Descartar
Ator	Público
Descrição	Desde que a caixa coletora não esteja cheia, o público, conforme a necessidade, deposita os resíduos de pilha ou bateria de celular na caixa coletora por meio do compartimento compatível a cada resíduo.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.5.2. Diagrama *Use Case* de Negócio: Efetuar Pesagem

Na Figura 22 é exibido o *Use Case* de Negócio demonstrando como é o processo de Efetuar Pesagem. No Quadro 9 é exibida a descrição do *Use Case* de Negócio Efetuar Pesagem.

Figura 22 – Diagrama *Use Case* de Negócio Efetuar Pesagem



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Quadro 9 - Diagrama *Use Case* de Negócio Efetuar Pesagem

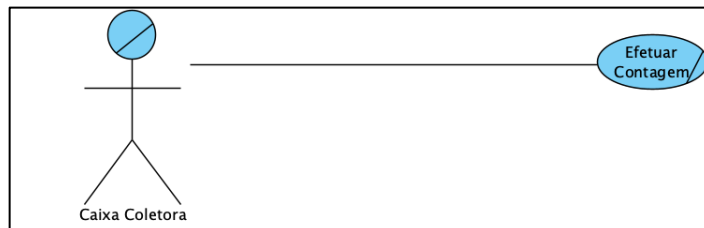
<i>Use Case</i> de Negócio	Efetuar Pesagem
Ator	Caixa Coletora
Descrição	A Caixa Coletora, periodicamente, efetua a pesagem do conteúdo total já depositado.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.5.3. Diagrama *Use Case* de Negócio: Efetuar Contagem

Na Figura 23 é exibido o *Use Case* de Negócio demonstrando como é o processo de Efetuar Contagem e no Quadro 10 é exibida a descrição do *Use Case* de Negócio Efetuar Contagem.

Figura 23 – Diagrama *Use Case* de Negócio Efetuar Contagem



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Quadro 10 - Diagrama *Use Case* de Negócio Efetuar Contagem

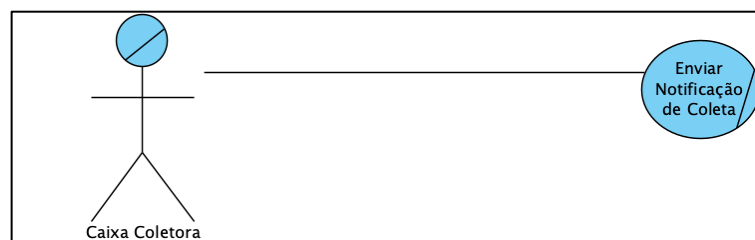
<i>Use Case</i> de Negócio	Efetuar Contagem
Ator	Caixa Coletora
Descrição	A cada resíduo depositado, em quaisquer compartimentos, a Caixa Coletora efetua a contagem do resíduo depositado em cada compartimento.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.5.4. Diagrama *Use Case* de Negócio: Enviar Notificação de Coleta

Na Figura 24 é exibido o *Use Case* de Negócio demonstrando como é o processo de Enviar Notificação de Coleta.

Figura 24 – Diagrama *Use Case* de Negócio Enviar Notificação de Coleta



Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 11 é exibida a descrição do *Use Case* de Negócio Enviar Notificação de Coleta.

Quadro 11 - Diagrama *Use Case* de Negócio Enviar Notificação de Coleta

<i>Use Case</i> de Negócio	Enviar Notificação de Coleta
Ator	Caixa Coletora
Descrição	A Caixa Coletora, periodicamente, efetua a pesagem do conteúdo total já depositado e, caso o peso atinja 10kg, uma notificação é enviada para o Sistema de Informação de Gestão e Gerenciamento, para que haja a retirada dos resíduos contidos na mesma.

Fonte: Autorial Própria (2019)

5.5.5. Diagrama *Use Case* de Negócio: Exibir Sinal de Conteúdo

Na Figura 25 é exibido o *Use Case* de Negócio demonstrando como é o processo de Exibir Sinal de Conteúdo.

Figura 25 – Diagrama *Use Case* de Negócio Exibir Sinal de Conteúdo



Fonte: Autorial Própria (2019)

No Quadro 12 é exibida a descrição do *Use Case* de Negócio Exibir Sinal de Conteúdo.

Quadro 12 - Diagrama *Use Case* de Negócio Exibir Sinal de Conteúdo

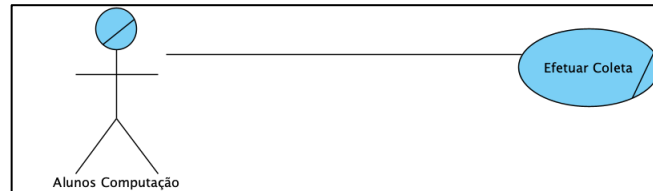
<i>Use Case</i> de Negócio	Exibir Sinal de Conteúdo
Ator	Caixa Coletora
Descrição	A Caixa Coletora, periodicamente, efetua a pesagem do conteúdo total já depositado, caso o peso atinja 10kg, no painel frontal da caixa é exibido um sinal de que a caixa está cheia, este sinal é feito por meio de um LED vermelho.

Fonte: Autorial Própria (2019)

5.5.6. Diagrama *Use Case* de Negócio: Efetuar Coleta

Na Figura 26 é exibido o *Use Case* de Negócio demonstrando como é o processo de Efetuar Coleta.

Figura 26 – Diagrama *Use Case* de Negócio Efetuar Coleta



Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 13 é exibida a descrição do *Use Case* de Negócio Efetuar Coleta.

Quadro 13 - Diagrama *Use Case* de Negócio Efetuar Coleta

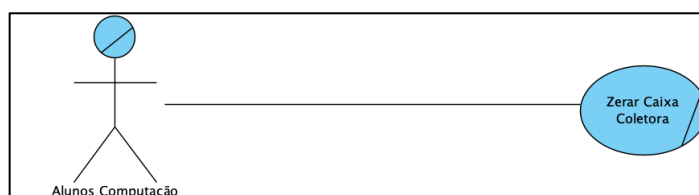
<i>Use Case</i> de Negócio	Efetuar Coleta
Ator	Alunos dos Cursos de Computação da IES
Descrição	Após o recebimento da Notificação de Coleta, um dos alunos dos Cursos de Computação da IES efetua a coleta na Caixa Coletora que enviou a notificação, ou seja, a retirada de todo o material contido no compartimento interno da Caixa Coletora para que seja encaminhado para a Destinação Final.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.5.7. Diagrama *Use Case* de Negócio: Zerar Caixa Coletora

Na Figura 27 é exibido o *Use Case* de Negócio demonstrando como é o processo de Zerar Caixa Coletora.

Figura 27 – Diagrama *Use Case* de Negócio Zerar Caixa Coletora



Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 14 é exibida a descrição do *Use Case* de Negócio Zerar Caixa Coletora.

Quadro 14 - Diagrama *Use Case* de Negócio Zerar Caixa Coletora

<i>Use Case</i> de Negócio	Zerar Caixa Coletora
Ator	Alunos dos Cursos de Computação da IES
Descrição	Após a conclusão da coleta, a caixa Coletora será zerada automaticamente e, se necessário, o Aluno dos Cursos de Computação da IES poderá zerar os contadores da Caixa Coletora pelo Sistema de Gestão e Gerenciamento.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.5.8. Diagrama *Use Case* de Negócio: Enviar Resíduo para Destinação Final

Na Figura 28 é exibido o *Use Case* de Negócio demonstrando como é o processo de Enviar Resíduo para Destinação Final.

Figura 28 – Diagrama *Use Case* de Negócio Enviar Resíduo para Destinação Final



Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 15 é exibida a descrição do *Use Case* de Negócio Enviar Resíduo para Destinação Final.

Quadro 15 - Diagrama *Use Case* de Negócio Enviar Resíduo para Destinação Final

<i>Use Case</i> de Negócio	Enviar para Destinação Final
Ator	Alunos dos Cursos de Computação da IES
Descrição	Após o recolhimento de todo o resíduo contido na Caixa Coletora, um aluno dos Cursos de Computação da IES embala-o em uma caixa de papelão comum e encaminha os resíduos para um ponto mais próximo de recolhimento disponível.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.5.9. Diagrama *Use Case* de Negócio: Finalizar Notificação

Na Figura 29 é exibido o *Use Case* de Negócio demonstrando como é o processo de Finalizar Notificação.

Figura 29 – Diagrama *Use Case* de Negócio Finalizar Notificação



Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 16 é exibida a descrição do *Use Case* de Negócio Finalizar Notificação.

Quadro 16 - Diagrama *Use Case* de Negócio Finalizar Notificação

<i>Use Case</i> de Negócio	Finalizar Notificação
Ator	Alunos dos Cursos de Computação da IES
Descrição	Após o envio do resíduo para destinação final, o aluno de um dos Cursos de Computação da IES finaliza a Notificação que registra todas as informações referentes ao envio dos resíduos. Essas informações geram uma base de dados que será utilizada na Administração do Processo.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.5.10. Diagrama *Use Case* de Negócio: Administrar Processo

Na Figura 30 é exibido o *Use Case* de Negócio demonstrando como é o procedimento de Administrar Processo.

No Quadro 17 é exibida a descrição do *Use Case* de Negócio Administrar Processo.

Figura 30 – Diagrama *Use Case* de Negócio Administrar Processo



Fonte: Autoria Própria (2019)

Quadro 17 - Diagrama *Use Case* de Negócio Administrar Processo

<i>Use Case</i> de Negócio	Administrar Processo
Ator	Alunos dos Cursos de Computação da IES
Descrição	Conforme necessário, o aluno dos Cursos de Computação da IES, efetua no Sistema de Informação de Gestão e Gerenciamento algumas atividades concernentes à administração de todo o Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias de Celular. Nessas atividades são gerados relatórios operações, indicadores, controle de volumes, avaliação de descarte por ponto de coletas, entre outros.

Fonte: Autoria Própria (2019)

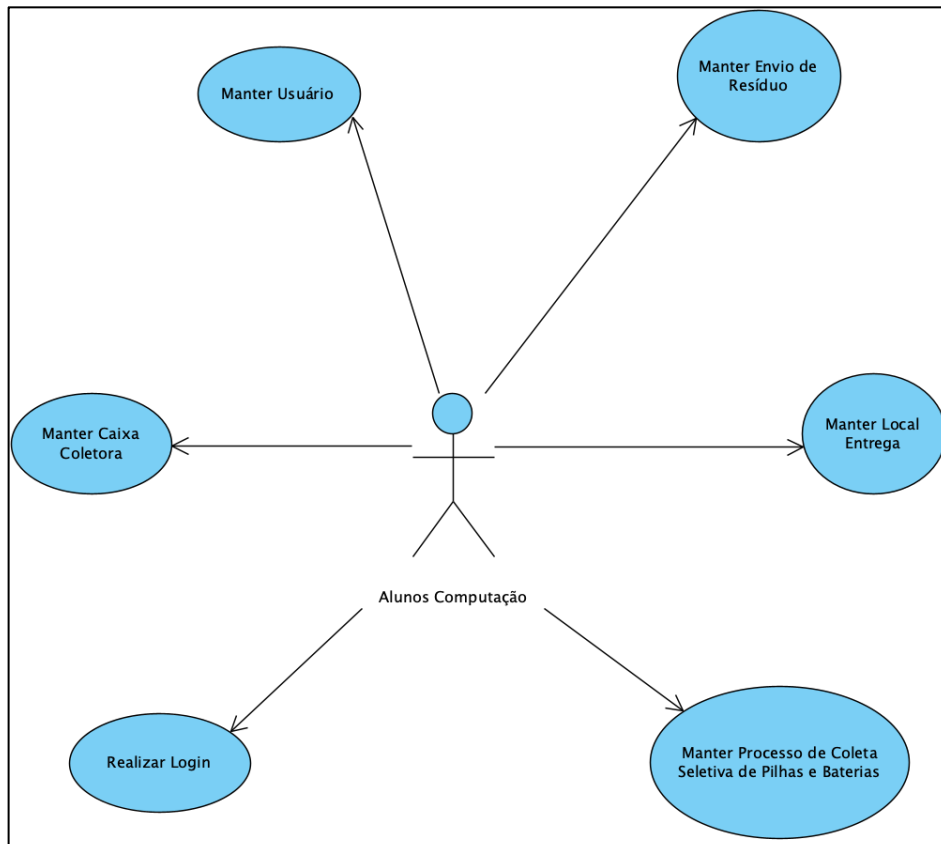
5.6. USE CASES DE SISTEMA

Em se tratando dos *Use Case* de sistema descreveu-se todo o conjunto e as sequências de ações que o sistema de informação executa para atingir o resultado esperado, e por conseguinte, atender as necessidades da IES para a otimização do Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias de Celular.

Logo a seguir estão descritos os casos de uso referentes ao Sistema de Informação de Gestão e Gerenciamento ilustrados pelas Figuras e documentados nos Quadros de notações UML.

Na Figura 31 é exibido o *Use Case* Geral do Sistema de Informação representando todas as iterações com o usuário.

Figura 31 - Diagrama de Use Case - Sistema Geral

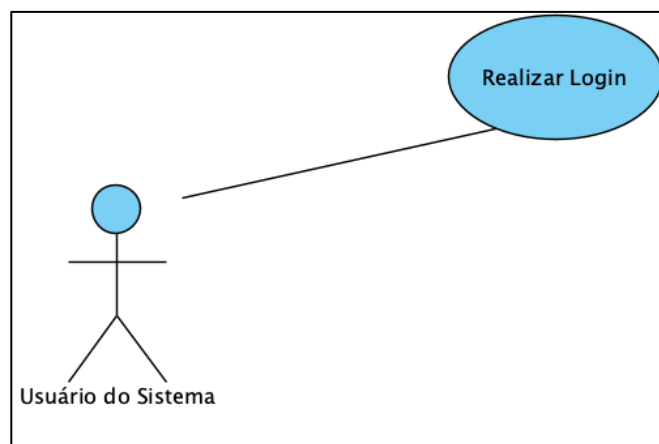


Fonte: Autoria Própria (2019)

5.6.1. Diagrama Use Case de Sistema: Realizar Login

Na Figura 32 é exibido o Use Case de Sistema que representa o *Login* no Sistema.

Figura 32 - Diagrama Use Case de Sistema Realizar Login



Fonte: Autoria Própria (2019)

No Quadro 18 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Realizar *Login*.

Quadro 18 - Diagrama *Use Case* de Sistema Realizar *Login*

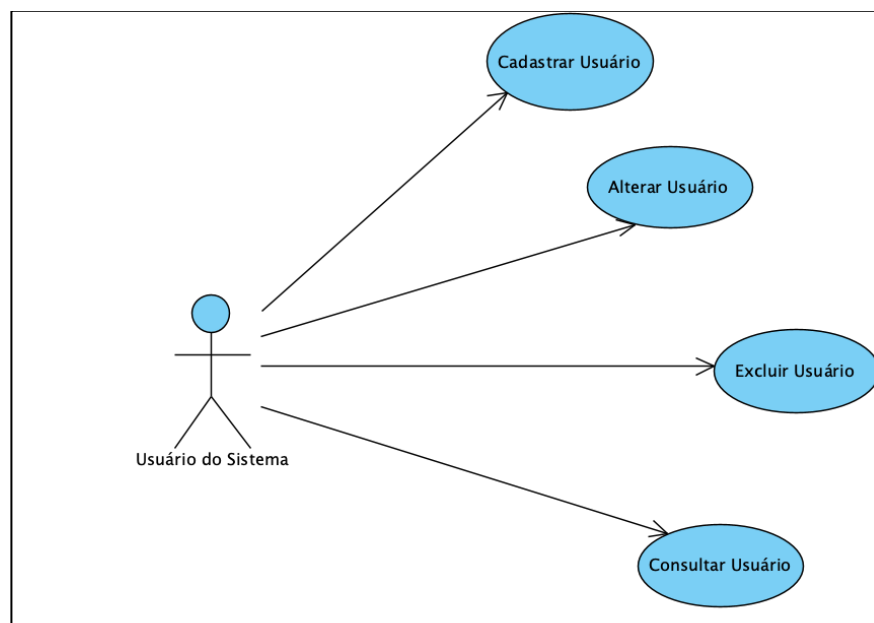
<i>Use Case</i> de Sistema	Realizar <i>Login</i>
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O Usuário realiza o <i>login</i> no sistema de informação com o usuário e senha criados na aplicação. Para o processo inicial é criado um usuário administrador com senha pré-determinada, e posteriormente, a autenticação é feita por intermédio da utilização de <i>login</i> /senha cadastrados. O processo de autenticação fica em nível de aplicação e registrado em estruturas do próprio sistema.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.6.2. Diagrama *Use Case* de Sistema: Manter Usuário

Na Figura 33 é exibido o *Use Case* de Sistema que representa Manter Usuário no Sistema.

Figura 33 - Diagrama *Use Case* de Sistema Manter Usuário



Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 19 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Usuário – Cadastrar Usuário.

Quadro 19 - Diagrama *Use Case* de Sistema Cadastrar Usuário

<i>Use Case</i> de Sistema	Cadastrar Usuário
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O Usuário pode cadastrar um novo usuário informando o nome, o <i>login</i> /senha e ao salvar o identificador será gerado automaticamente pelo sistema de informação.
Restrição	O processo de cadastro só pode ser efetuado por usuário com perfil de administrador.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 20 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Usuário – Alterar Usuário.

Quadro 20 - Diagrama *Use Case* de Sistema Alterar Usuário

<i>Use Case</i> de Sistema	Alterar Usuário
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode alterar os dados de um usuário já cadastrado. As informações disponíveis para alteração são: nome e <i>login</i> /senha.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 21 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Usuário – Excluir Usuário.

Quadro 21 - Diagrama *Use Case* de Sistema Excluir Usuário

<i>Use Case</i> de Sistema	Excluir Usuário
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode excluir outros usuários cadastrados pesquisando pelo nome ou <i>login</i> , entretanto, não será permitida a exclusão de um usuário que já tenha efetuado alguma coleta ou envio de resíduo para destinação final.
Restrição	O processo de excluir usuário só pode ser efetuado por usuário com perfil de administrador.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 22 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Usuário – Consultar Usuário.

Quadro 22 - Diagrama *Use Case* de Sistema Consultar Usuário

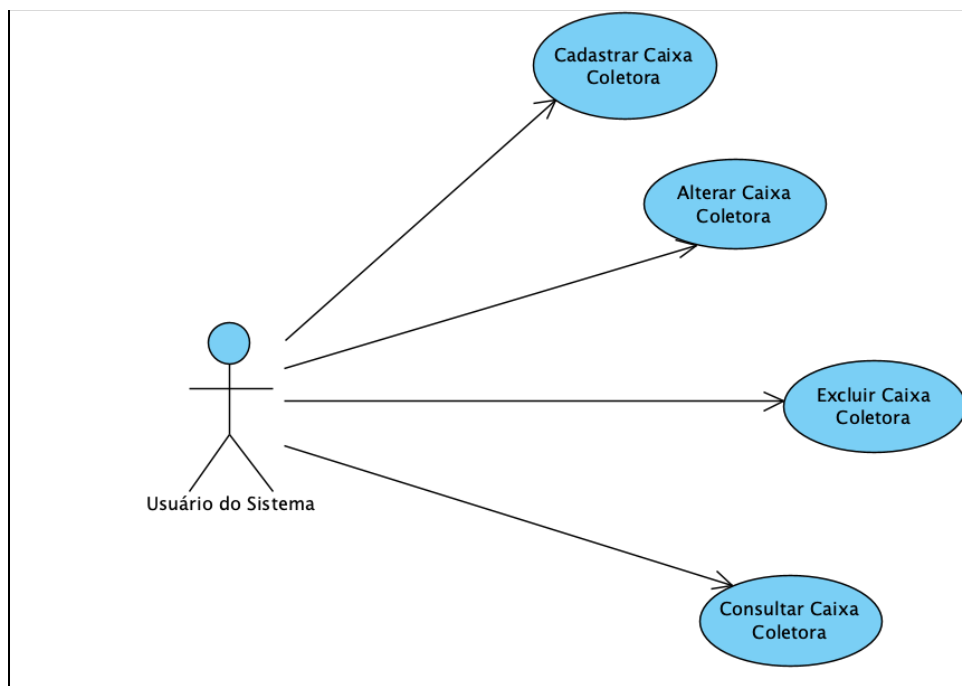
<i>Use Case</i> de Sistema	Consultar Usuário
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode consultar usuários cadastrados no sistema, a consulta pode ser feita por nome ou <i>login</i> utilizando busca fonética.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.6.3. Diagrama *Use Case* de Sistema: Manter Caixa Coletora

Na Figura 34 é exibido o *Use Case* de Sistema que representa o processo sistêmico Manter Caixa Coletora no Sistema e no Quadro 23 é exibida a descrição do mesmo.

Figura 34 - Diagrama *Use Case* de Sistema Manter Caixa Coletora



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Quadro 23 - Diagrama *Use Case* de Sistema Cadastrar Caixa Coletora

<i>Use Case</i> de Sistema	Cadastrar Caixa Coletora
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode cadastrar uma nova Caixa Coletora informando a descrição e o IP e ao salvar o identificador será gerado automaticamente pelo sistema.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 24 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Caixa Coletora – Alterar Caixa Coletora.

Quadro 24 - Diagrama *Use Case* de Sistema Alterar Caixa Coletora

<i>Use Case</i> de Sistema	Alterar Caixa Coletora
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode alterar os dados de uma Caixa Coletora já cadastrada. As informações disponíveis para alteração são: Descrição e IP.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 25 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Caixa Coletora – Excluir Caixa Coletora.

Quadro 25 - Diagrama *Use Case* de Sistema Excluir Caixa Coletora

<i>Use Case</i> de Sistema	Excluir Caixa Coletora
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode excluir uma Caixa Coletora cadastrada pesquisando pela descrição ou IP, entretanto, não será permitida a exclusão de uma Caixa Coletora que já tenha registro de coleta.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 26 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Caixa Coletora – Consultar Caixa Coletora.

Quadro 26 - Diagrama *Use Case* de Sistema Consultar Caixa Coletora

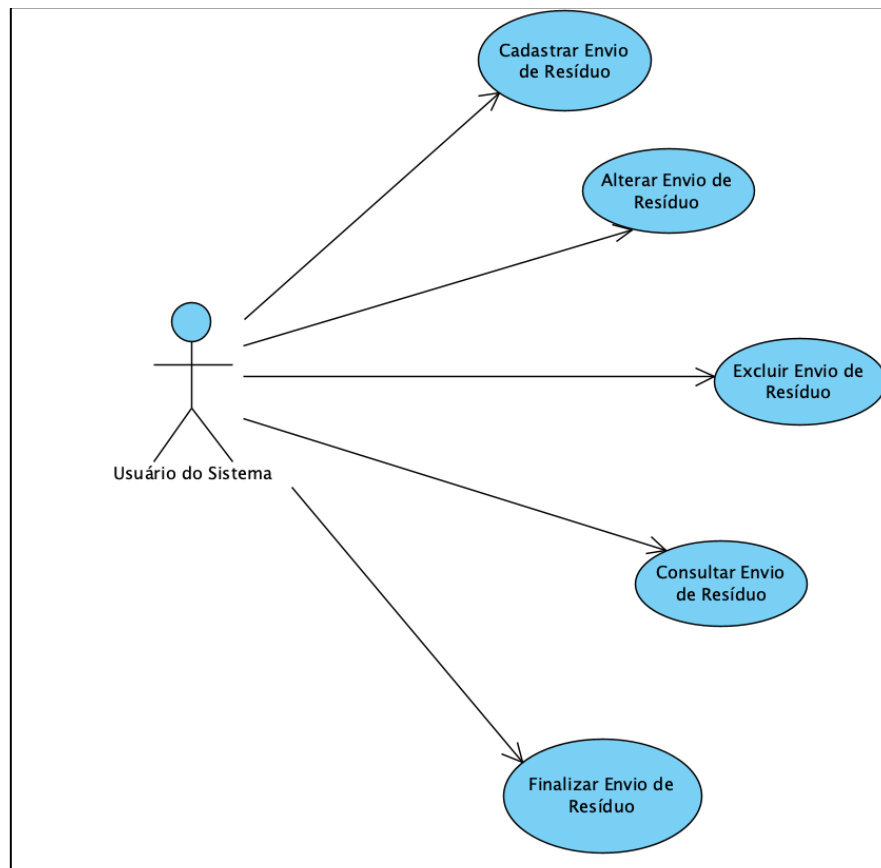
<i>Use Case</i> de Sistema	Consultar Caixa Coletora
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode consultar uma Caixa Coletora cadastrada no sistema, a consulta pode ser feita por descrição ou IP, utilizando busca fonética.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.6.4. Diagrama *Use Case* de Sistema: Manter Envio de Resíduo

Na Figura 35 é exibido o *Use Case* de Sistema que representa Manter Envio de Resíduo no Sistema.

Figura 35 - Diagrama *Use Case* de Sistema Manter Envio de Resíduo



Fonte: Autoria Própria (2019)

No Quadro 27 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Envio de Resíduo – Cadastrar Envio de Resíduo.

Quadro 27 - Diagrama *Use Case* de Sistema Cadastrar Envio de Resíduo

<i>Use Case</i> de Sistema	Cadastrar Envio de Resíduo
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário, após a seleção de uma notificação pendente, pode cadastrar um Envio de Resíduo informando o usuário que entregará o resíduo, o local de entrega, data e hora. Ao salvar o identificador será gerado automaticamente pelo sistema de informação e fica com o <i>status</i> de não finalizado.

Fonte: Autoria Própria (2019)

No Quadro 28 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Envio de Resíduo – Alterar Envio de Resíduo.

Quadro 28 - Diagrama *Use Case* de Sistema Alterar Envio de Resíduo

<i>Use Case</i> de Sistema	Alterar Envio de Resíduo
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode alterar os dados de um Envio de Resíduo já cadastrado. As informações disponíveis para alteração são: usuário de entrega, local de entrega, data e hora. A alteração poderá ser efetuada somente para Envios de Resíduo que não estejam finalizados.
Restrição	Os dados de envio do resíduo podem ser alterados por qualquer usuário do sistema desde que o <i>status</i> de envio não seja “ENVIADO”.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 29 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Envio de Resíduo – Excluir Envio de Resíduo.

Quadro 29 - Diagrama *Use Case* de Sistema Excluir Envio de Resíduo

<i>Use Case</i> de Sistema	Excluir Envio de Resíduo
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode excluir um Envio de Resíduo cadastrado pesquisando por data, usuário de entrega e notificação, entretanto, não será permitida a exclusão de um Envio de Resíduo que esteja finalizado.
Restrição	Os dados de envio do resíduo podem ser alterados por qualquer usuário do sistema desde que o <i>status</i> de envio não seja “ENVIADO”.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 30 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Envio de Resíduo – Consultar Envio de Resíduo.

Quadro 30 - Diagrama *Use Case* de Sistema Consultar Envio de Resíduo

<i>Use Case</i> de Sistema	Consultar Envio de Resíduo
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode consultar um Envio de Resíduo cadastrado no sistema, a consulta pode ser feita por data, usuário de entrega e notificação.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 31 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Envio de Resíduo – Finalizar Envio de Resíduo.

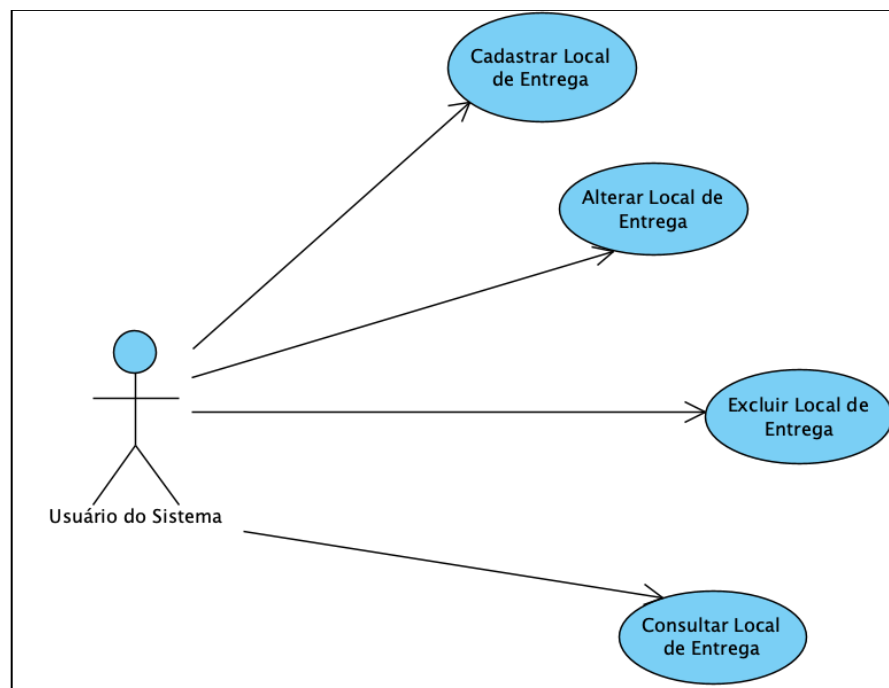
Quadro 31 - Diagrama *Use Case* de Sistema Finalizar Envio de Resíduo

<i>Use Case</i> de Sistema	Finalizar Envio de Resíduo
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode finalizar um Envio de Resíduo cadastrado pesquisando por data, usuário de entrega e notificação, entretanto, só será permitida a finalização de um Envio de Resíduo que não esteja finalizado. Para efetuar a finalização deverá ser informado o protocolo de entrega e a data/hora de finalização será gerada automaticamente pelo sistema de informação. Quando ocorrer a finalização do Envio de Resíduo, a Notificação de Coleta associada também é finalizada.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.6.5. Diagrama *Use Case* de Sistema: Manter Local de Entrega

Na Figura 36 é exibido o *Use Case* de Sistema que representa Manter Local de Entrega no Sistema.

Figura 36 - Diagrama *Use Case* de Sistema Manter Local de Entrega

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 32 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Usuário – Cadastrar Local de Entrega.

Quadro 32 - Diagrama *Use Case* de Sistema Cadastrar Local de Entrega

<i>Use Case</i> de Sistema	Cadastrar Local de Entrega
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode cadastrar um novo local de entrega informando a descrição, logradouro, número, bairro, cidade, estado e complemento. Ao salvar, o identificador será gerado automaticamente pelo sistema.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 33 é exibida a descrição da *Use Case* de Sistema Manter Usuário – Alterar Local de Entrega.

Quadro 33 - Diagrama *Use Case* de Sistema Alterar Local de Entrega

<i>Use Case</i> de Sistema	Alterar Local de Entrega
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode alterar os dados de um local de entrega já cadastrado. As informações disponíveis para alteração são: descrição, logradouro, número, bairro, cidade, estado e complemento.
Restrição	O processo de alterar locais de entrega só pode ser efetuado por usuário com perfil de administrador.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 34 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Usuário – Excluir Local de Entrega.

Quadro 34 - Diagrama *Use Case* de Sistema Excluir Local de Entrega

<i>Use Case</i> de Sistema	Excluir Local de Entrega
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode excluir locais de entrega cadastrados pesquisando pela descrição, entretanto, não será permitida a exclusão de um local de entrega que já tenha recebido alguma coleta ou envio de resíduo para destinação final.
Restrição	O processo de excluir locais de entrega só pode ser efetuado por usuário com perfil de administrador.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 35 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Manter Usuário – Consultar Local de Entrega.

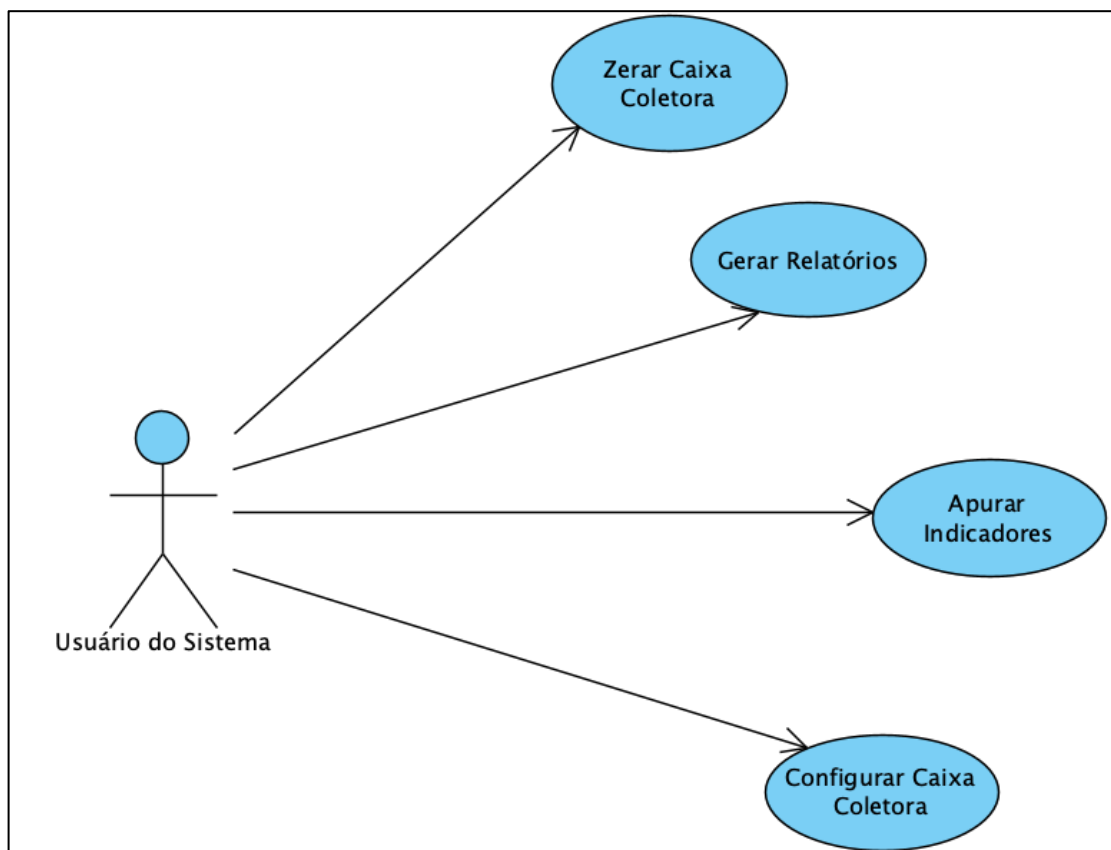
Quadro 35 - Diagrama Use Case de Sistema Consultar Local de Entrega

Use Case de Sistema	Consultar Local de Entrega
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode consultar locais de entrega cadastrados no sistema, a consulta pode ser feita por descrição ou logradouro utilizando busca fonética.

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.6.6. Diagrama Use Case de Sistema: Manter Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias de Celular de Celular

Na Figura 37 é exibido o Use Case de Sistema que representa Manter Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias de Celular no Sistema. No Quadro 36 é exibida a descrição do Use Case de Sistema Zerar Caixa Coletora.

Figura 37 - Diagrama Use Case de Sistema Manter Processo de Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias de Celular

Fonte: Autoria Própria (2019)

Quadro 36 - Diagrama *Use Case* de Sistema Zerar Caixa Coletora

<i>Use Case</i> de Sistema	Zerar Caixa Coletora
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode zerar os contadores lógicos da Caixa Coletora pesquisando pela descrição ou IP. A ação de zerar Caixa Coletora só poderá ser efetuada se não houver notificações pendentes para a caixa selecionada.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 37 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Configurar Caixa Coletora.

Quadro 37 - Diagrama *Use Case* de Sistema Configurar Caixa Coletora

<i>Use Case</i> de Sistema	Configurar Caixa Coletora
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode reconfigurar informações de controle da Caixa Coletora pesquisando pela descrição ou IP. A ação atualiza o IP e o peso limite para coleta.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 38 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Gerar Relatórios.

Quadro 38 - Diagrama *Use Case* de Sistema Gerar Relatórios

<i>Use Case</i> de Sistema	Gerar Relatórios
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode efetuar a geração de relatório em arquivo PDF ou enviar para impressora. Os relatórios disponíveis são: Resumo de Coleta por Caixa Coletora, Listagem de Envio de Resíduo, Listagem de Caixa Coletoras e Listagem de Usuário.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No Quadro 39 é exibida a descrição do *Use Case* de Sistema Apurar Indicadores.

Quadro 39 - Diagrama *Use Case* de Sistema Apurar Indicadores

<i>Use Case</i> de Sistema	Apurar Indicadores
Ator	Usuário do Sistema
Descrição	O usuário pode efetuar a apuração de indicadores e a exportação dos dados. Por meio de consultas dinâmicas e personalizáveis, o usuário cadastra um novo indicador e, posteriormente, pode efetuar a apuração e exportação do mesmo.
Restrições	A aplicação possuirá alguns indicadores pré-configurados que não podem ser alterados, mas é possível a inclusão de instruções SQL que permitam novas avaliações personalizadas pelo usuário.

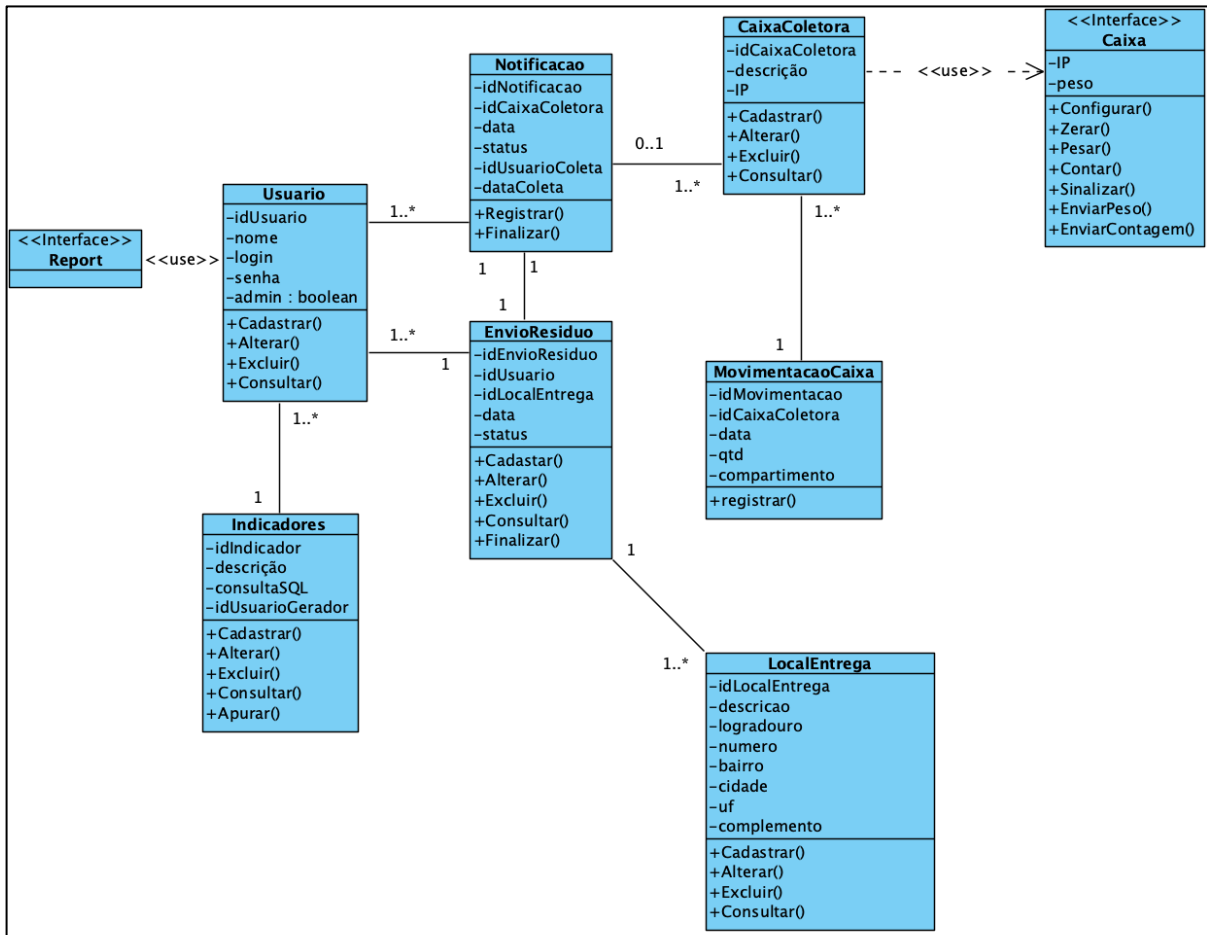
Fonte: Aatoria Própria (2019)

5.7. DIAGRAMA DE CLASSES

Elaborou-se o Diagrama de Classes determinando a estrutura das classes utilizada pelo sistema de informação, definindo os atribuídos e os métodos que cada uma possui, além de mapear a forma como as classes se relacionam e trocam mensagens entre si.

Na Figura 38 é exibido o Diagrama de Classes do Sistema.

Figura 38 - Diagrama Classes



Fonte: Autoria Própria (2019)

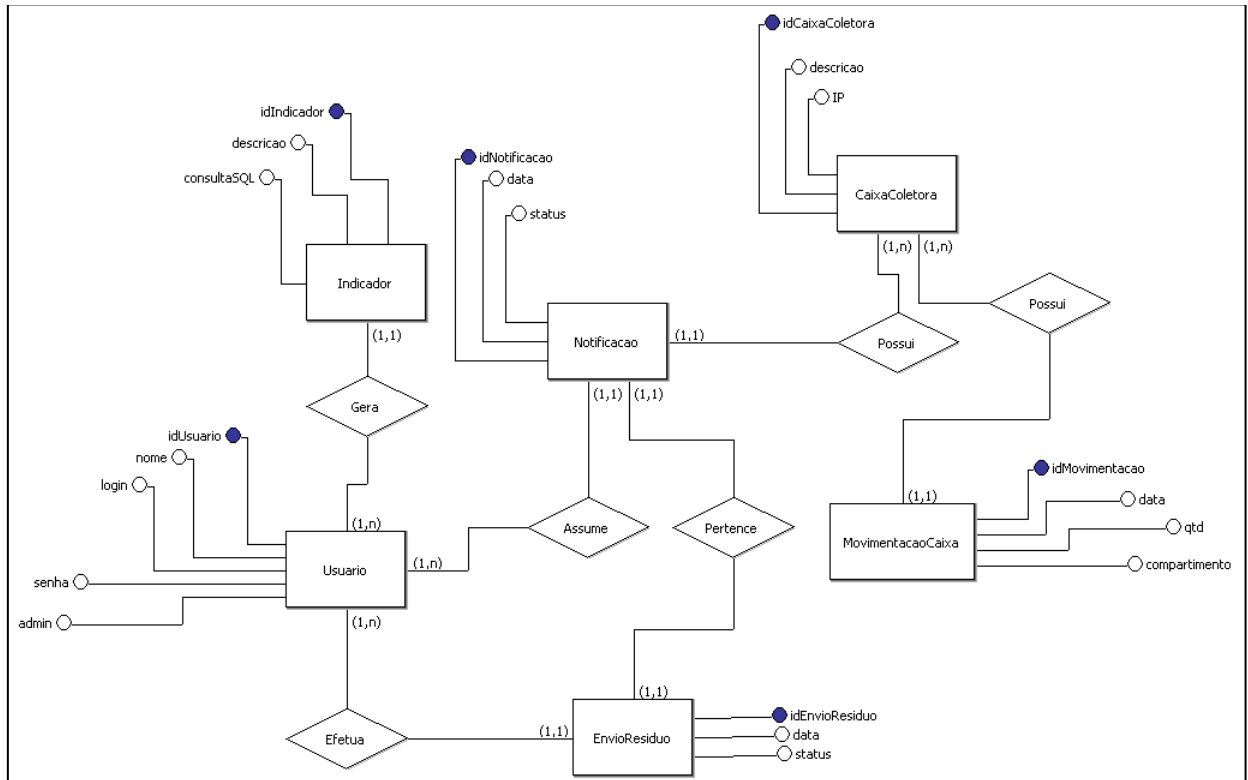
5.8. DIAGRAMA DE ENTIDADE RELACIONAMENTO (DER)

Na modelagem do DER, o objetivo foi elencar de maneira clara uma referência para garantir que todos os requisitos pertinentes ao usuário fossem atendidos e não estivessem conflitantes. Por meio da modelagem tornou-se possível despreocupadamente projetar o banco de

dados com detalhes e a sua implementação, descrevendo o relacionamento adequado entre as entidades.

Na Figura 39 é exibido o DER, descrevendo as entidades e os atributos correspondentes ao projeto do banco de dados.

Figura 39 - Diagrama de Entidade Relacionamento



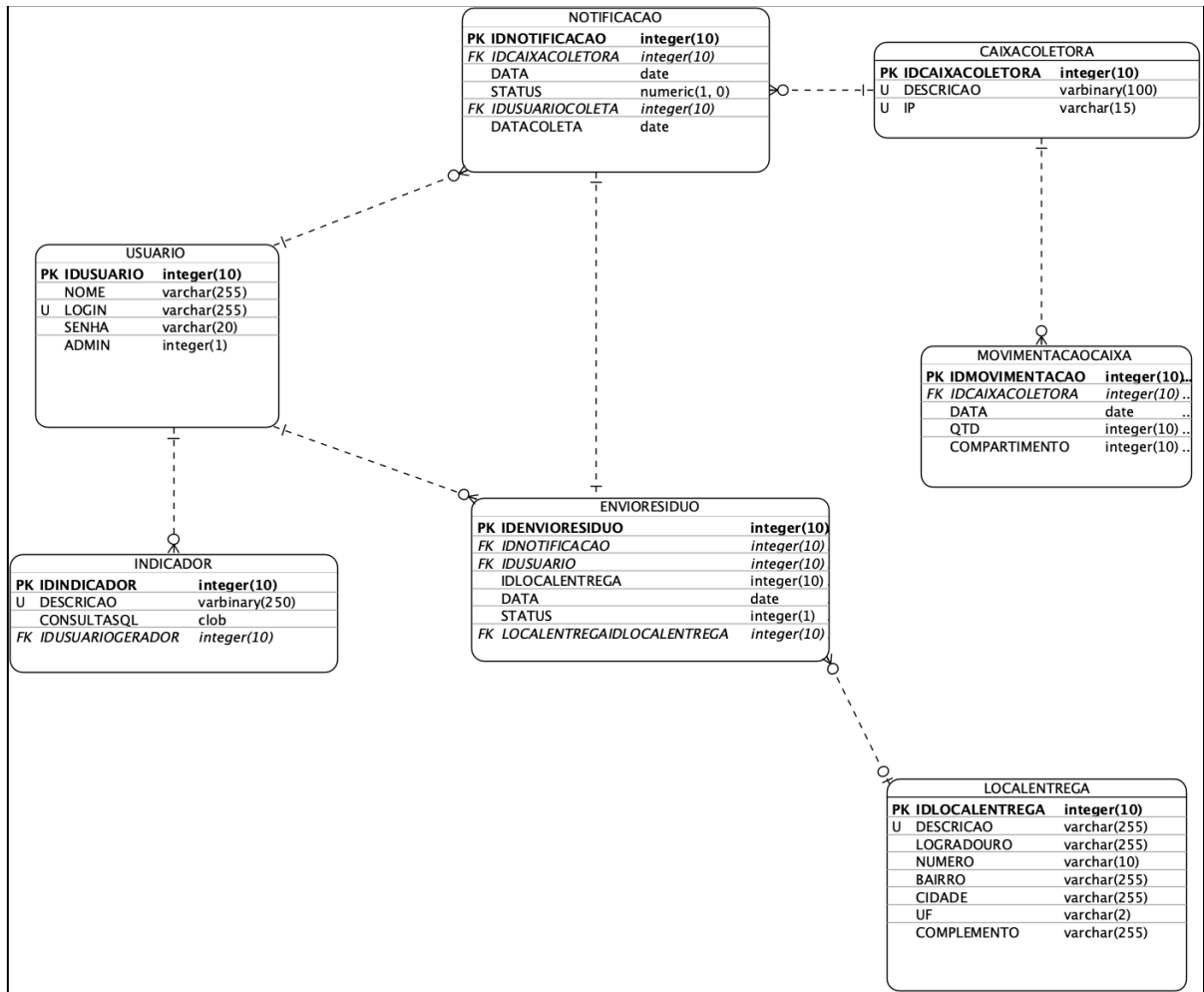
Fonte: Autoria Própria (2019)

5.9. MODELO DE ENTIDADE RELACIONAMENTO (MER)

No MER elaborou-se uma coleção de tabelas, que descrevem detalhadamente a estrutura do banco de dados do Sistema de Informação de Gestão e Gerenciamento, nesta etapa do projeto compreendeu-se na implementação física do banco de dados.

Na Figura 40 é ilustrado o MER, este modelo permite a visualização das entidades e seus atributos, com os seus relacionamentos de dependências.

Figura 40 - Modelo de Entidade Relacionamento



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.10. INTERFACES

A partir do desenvolvimento das interfaces gráficas ou telas do sistema de informação proporcionou-se a realização do cadastro necessário para operacionalizar de forma sistêmica e automatizada o processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular de maneira rápida e fácil. Tendo em vista que o sistema computacional foi projetado para ser executado por navegadores *web*, proporcionou uma maior flexibilidade de uso na IES, pois sem a necessidade de uma instalação local sua execução pode ser efetuada por qualquer computador que esteja conectado na rede interna.

No que tange a este estudo exhibe-se na sequência as *interfaces* do sistema de informação desenvolvido para apoio ao processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular.

Na Figura 41 é representada a *Interface* de *login* do usuário no sistema.

Figura 41- Interface de Login

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 42 é apresentada a *Interface* do Menu Principal do sistema, sendo possível acessar todas as funcionalidades do sistema e monitorar as seguintes informações:

- Acompanhamento de Comunicação da Caixa Coletora: pesagem e contagem de resíduo;
- Acompanhamento de Notificação: solicitação de coleta pendentes;
- Acompanhamento de Envios: acompanhamentos de envios de destinação final em andamento.

Na Figura 43 é apresentada a *Interface* do Menu Cadastros, em nível de exemplo, com os possíveis cadastros do sistema.

Na Figura 44 é apresentada a *Interface* do Menu Consultas, em nível de exemplo, com as possíveis consultas do sistema.

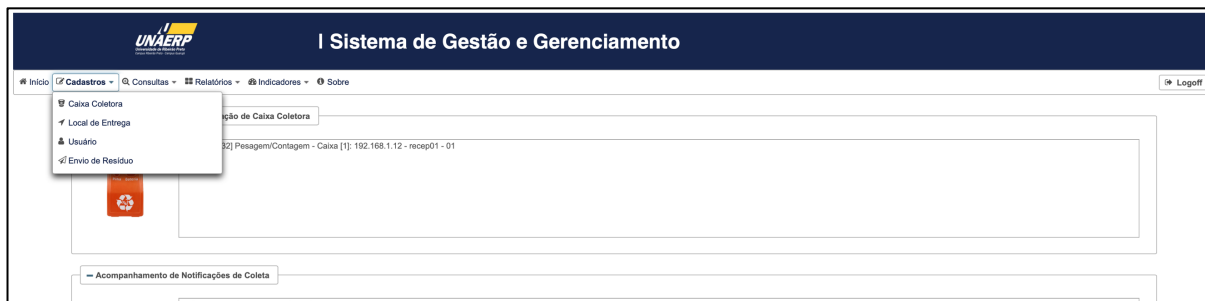
Na Figura 45 é demonstrada a *Interface* do Menu Relatórios, em nível de exemplo, com os possíveis relatórios do sistema.

Figura 42 - Interface de Menu Principal



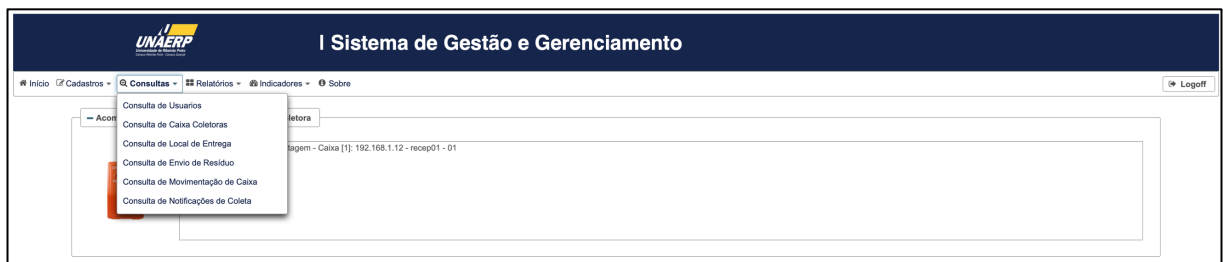
Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 43- Interface - Menu Cadastros



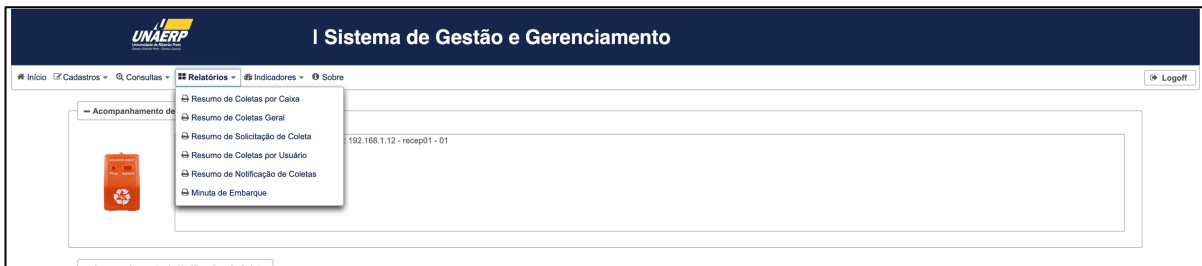
Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 44 - Interface - Menu Consultas



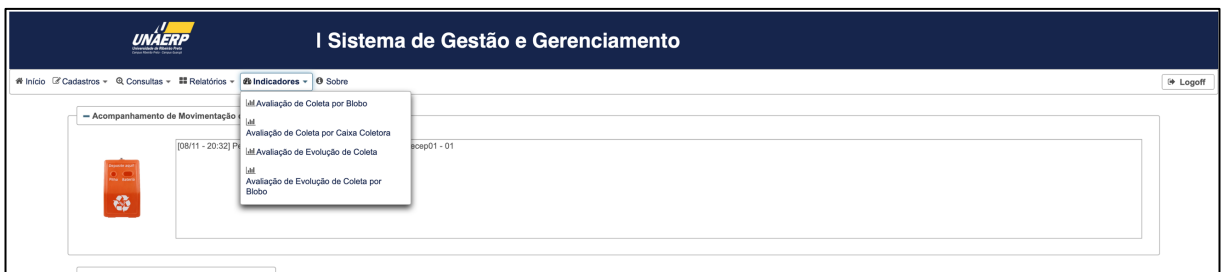
Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 45 - Interface - Menu Relatórios



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 46 - Interface - Menu Indicadores



Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 47 é apresentada a *Interface* do Consulta de Caixa Coletoras, sendo disponibilizada a visualização de todas as caixas coletoras cadastradas no sistema. Nesta *interface* é possível a exclusão de qualquer registro e o acesso para o menu de edição de cadastro.

Na Figura 48 é demonstrada a *Interface* do Cadastro de Caixa Coletoras, sendo permitido efetuar o cadastro de novas caixas coletoras.

Figura 47 - Interface Consulta de Caixa Coletoras



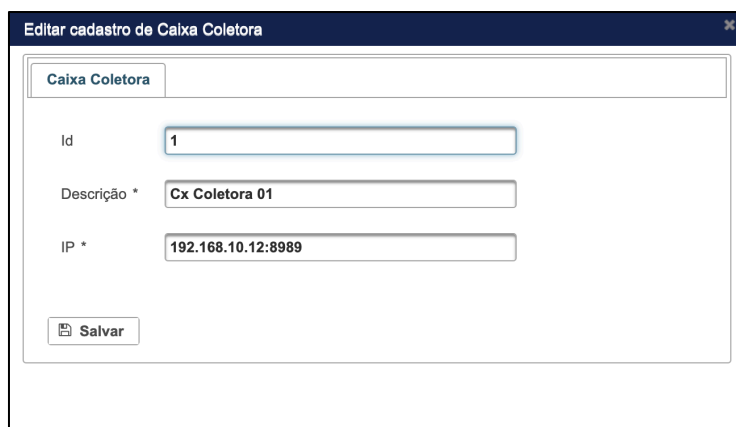
Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 48 - Interface Cadastro de Caixa Coletora

The screenshot shows a form titled 'Cadastro de Caixa Coletora'. The form has a title bar with the text 'Cadastro de Caixa Coletora' and a close button. Below the title bar is a section header 'Caixa Coletora'. The form contains three input fields: 'Id' with the value '0', 'Descrição *', and 'IP *'. There is a 'Salvar' button at the bottom left of the form.

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 49 é apresentada a *Interface* do Editar Cadastro de Caixa Coletoras, sendo possível editar as informações das caixas coletoras cadastradas no sistema.

Figura 49 - Interface Editar Cadastro de Caixa Coletora

Editar cadastro de Caixa Coletora

Caixa Coletora

Id: 1

Descrição *: Cx Coletora 01

IP *: 192.168.10.12:8989

Salvar

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 50 é apresentada a *Interface* de Consulta de Locais de Entrega, sendo possível visualizar todos os locais de entrega cadastrados no sistema. Nesta *interface* é concedida a exclusão de qualquer registro e o acesso para o menu de edição de cadastro.

Figura 50 - Interface Consulta de Locais de Entrega

Sistema de Gestão e Gerenciamento

Início > Cadastros > Consultas > Relatórios > Indicadores > Sobre

Consulta de Locais de Entrega

+ Novo

Editar/Alterar	Id	Descrição	Logradouro	Número	Cidade	País
No records found.						

(1 of 1) [10]

Aluno: Carlos Alves - Mestrado em Tecnologia Ambiental

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 51 é demonstrada a *Interface* do Cadastro de Locais de Entrega, sendo permitido efetuar o cadastro de novos locais de entrega.

Figura 51 - Interface Cadastro de Local de Entrega

Cadastro de Local de Entrega

Local de Entrega

Id: 0

Descrição *

Logradouro *

Número *

Bairro *

Cidade *

UF *

Complemento

País *

Salvar

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 52 é apresentada a *Interface* do Editar Cadastro de Local de Entrega, sendo possível efetuar a edição de locais de entrega cadastrados no sistema.

Figura 52 - Interface Editar Cadastro de Local de Entrega

Editar cadastro de Local de Entrega

Local de Entrega

Id: 1

Descrição *: Eletronica Rios

Logradouro *: Av Independência

Número *: s/n

Bairro *: Vila Seixas

Cidade *: Ribeirão Preto

UF *: SP

Complemento

País *: Brasil

Salvar

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 53 é apresentada a Interface do Consulta de Usuários, que disponibiliza a visualização de todos os usuários cadastrados no sistema. Nesta interface é possível a exclusão de qualquer registro e o acesso para o menu de edição de cadastro.

Figura 53 - Interface Consulta de Usuários



Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 54 é apresentada a *Interface* do Cadastro de Usuários, sendo possível efetuar o cadastro de novos usuários.

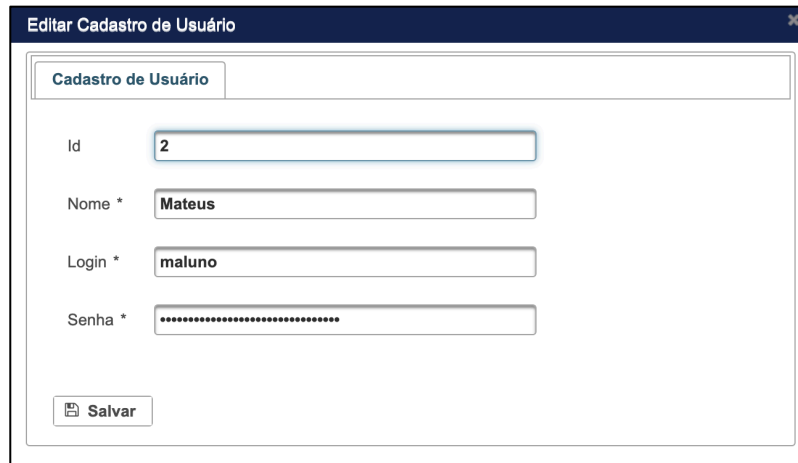
Figura 54 - Interface Cadastro de Usuário

The screenshot shows a 'Cadastro de Usuário' form window. The form has a title bar with 'Cadastro de Usuário' and a close button. The form itself has a tab labeled 'Cadastro de Usuário'. It contains four input fields: 'Id' with the value '0', 'Nome *', 'Login *', and 'Senha *'. At the bottom left of the form, there is a 'Salvar' button with a floppy disk icon.

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 55 é apresentada a *Interface* do Editar Cadastro de Usuário, que permite a edição de usuários cadastrados no sistema.

Figura 55 - Interface Editar Cadastro de Usuário



A imagem mostra uma janela de software intitulada "Editar Cadastro de Usuário". No topo, há uma aba com o texto "Cadastro de Usuário". Abaixo, há quatro campos de entrada de texto:

- Id: contendo o número "2".
- Nome *: contendo o nome "Mateus".
- Login *: contendo o login "maluno".
- Senha *: contendo caracteres ocultos por pontos.

Na base da janela, há um botão com o ícone de um disco e o texto "Salvar".

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.10.1. Indicadores

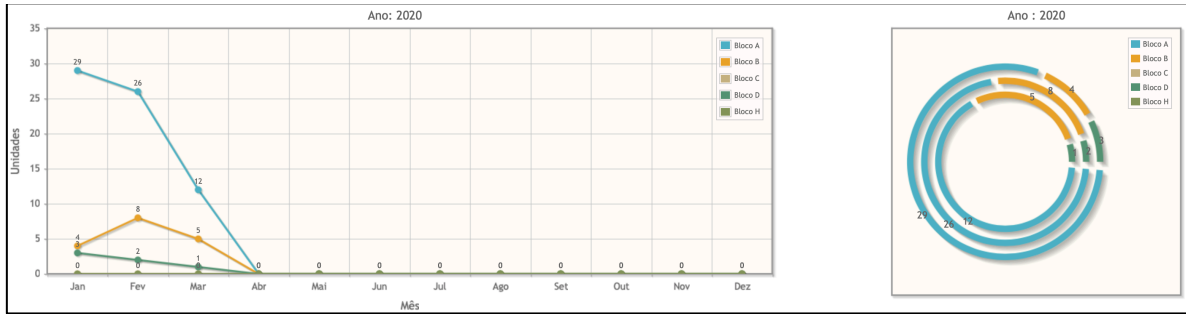
Para que seja possível uma gestão com acurácia quanto à viabilidade dos pontos onde estão instaladas as caixas coletoras e a necessidade de inclusão de mais caixas foram desenvolvidos os indicadores de “Avaliação de Coleta”.

Quanto à evolução orgânica do processo de coleta seletiva e conscientização das pessoas nas questões sustentáveis inerentes a coleta de pilhas e baterias de celular foram desenvolvidos os indicadores de evolução de coleta.

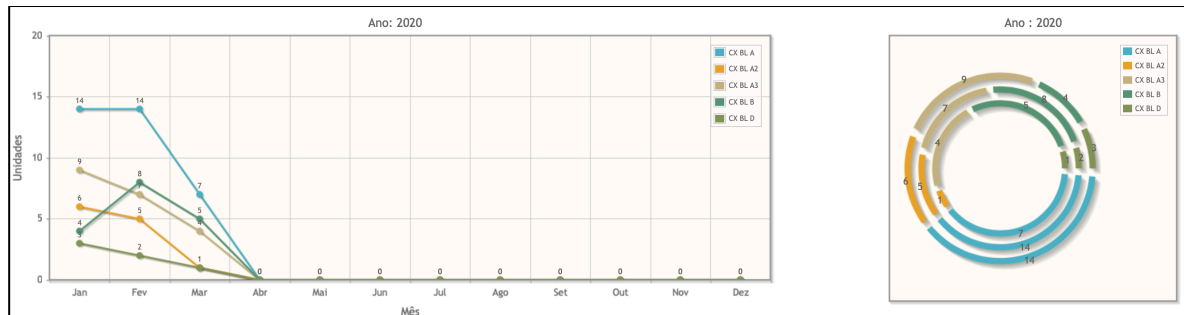
5.10.1.1. Indicadores de Coleta

Os indicadores de coletas têm por objetivo promover uma análise quantitativa referente a coleta. Estes indicadores estão descritos de duas formas: 1 – Gráficos de Linhas: proporcionando uma visualização quantitativa mensal no ano corrente; 2 – Gráficos Donut: proporcionando uma visualização quantitativa em relação ao todo.

Os indicadores de coleta foram desenvolvidos proporcionando uma análise por Caixas Coletoras, conforme ilustrado na Figura 57, e também por Blocos, ilustrado na Figura 56.

Figura 56 - Indicador de Coleta por Bloco

Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 57- Indicador de Coleta por Caixa Coletora

Fonte: Autoria Própria (2019)

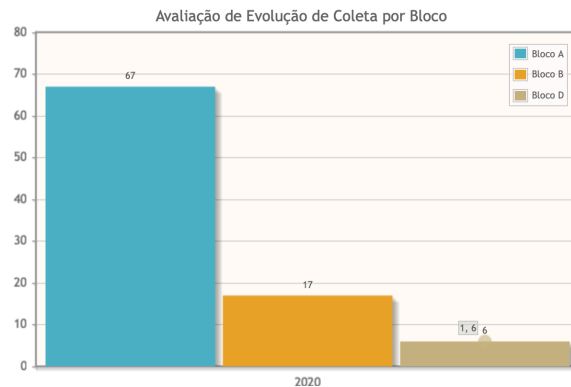
5.10.1.2. Indicadores de Evolução de Coleta

Objetivando uma análise no que tange a aceitação do programa de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular na IES, foram desenvolvidos os indicadores de “Avaliação de Evolução de Coleta”.

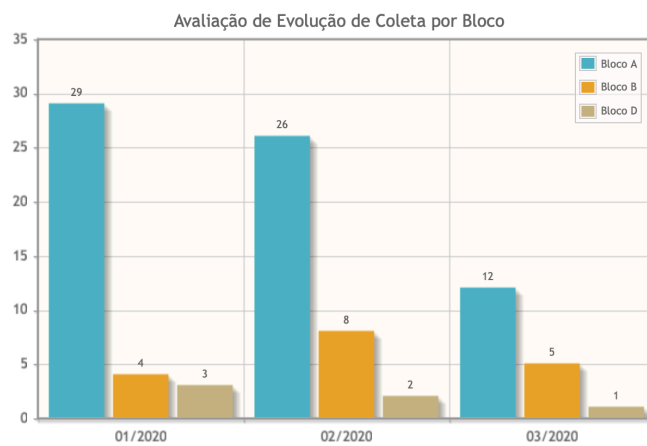
Por intermédio dos indicadores de evolução é possível, de maneira macro, avaliar quanto à aceitação do programa de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular implantados, se está sendo aderente ou se carece de uma intervenção, seja por mídia ou programas de conscientização, para que haja um crescimento.

Os gráficos utilizados nos indicadores de avaliação de evolução possuem duas perspectivas: 1 – Anual: baseada nos últimos 5 (cinco) anos (Figura 58); 2 – Mensal: baseada no ano corrente (Figura 59).

Tendo em vista que os cursos oferecidos pela IES, do presente estudo, estão distribuídos e organizados por blocos, é possível por meio dos indicadores de avaliação de evolução, comparar as áreas dos cursos, uma análise quantitativa inerente à aceitação do programa de coleta de pilhas e baterias de celular por áreas dos cursos.

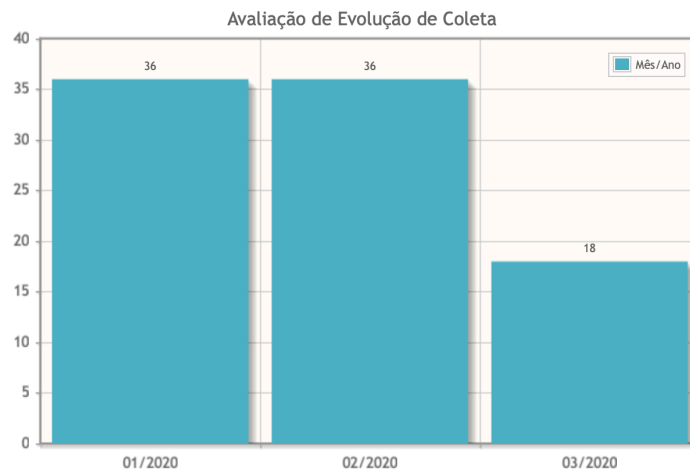
Figura 58 - Indicador de Evolução de Coleta por Bloco / Anual

Fonte: Autoria Própria (2019)

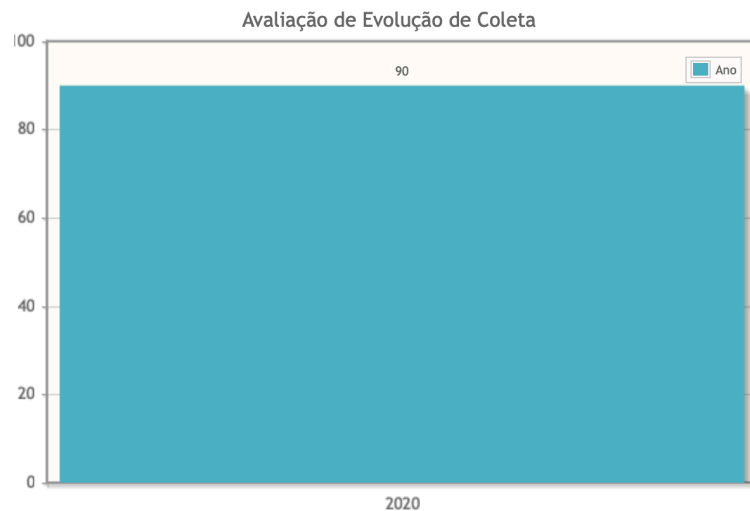
Figura 59 - Indicador de Evolução de Coleta por Bloco / Mensal

Fonte: Autoria Própria (2019)

Objetivando também uma avaliação referente à evolução do programa de coleta seletiva, foi desenvolvido um indicador que possibilite uma visão geral da IES, conforme disposto nas Figuras 60 e 61.

Figura 60 - Indicador de Evolução de Coleta / Mensal

Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 61- Indicador de Evolução de Coleta / Anual

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.10.2. Relatórios

Para análise e documentação foram desenvolvidos relatórios que permitem o controle detalhado por período de todas as informações de movimentações referentes ao processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular implantado.

Objetivando uma apuração quantitativa foram desenvolvidos os relatórios de “Resumo de Coleta” conforme ilustrados nas Figuras 62 e 63. Estes relatórios descrevem a quantidade total de resíduos depositados diariamente em cada caixa e a soma do quantitativo de todas as caixas.

Figura 62 - Relatório: Resumo de Coleta por Caixa Coletora

UNAERP	Sistema de Gestão e Gerenciamento	
	Resumo de Coleta por Caixa Coletora	
Período: (01/01/2020 00:00 - 09/01/2020 00:00)		
Caixa: CX BL A		IP 192.168.0.10
Data	Quantidade	
06/01/2020	2	
07/01/2020	1	
09/01/2020	1	
Total		4
Caixa: CX BL B		IP 192.168.0.20
Data	Quantidade	
07/01/2020	1	
Total		1
Caixa: CX BL A3		IP 192.168.0.13
Data	Quantidade	
08/01/2020	1	
Total		1
Total Geral		6

Fonte: Aatoria Própria (2019)

Figura 63- Relatório: Resumo de Coleta Geral

UNAERP	Sistema de Gestão e Gerenciamento	
	Resumo de Coleta Geral	
Período: (01/01/2020 00:00 - 07/01/2020 00:00)		
Data	Quantidade	
06/01/2020	2	
07/01/2020	2	
Total Geral		4

Fonte: Aatoria Própria (2019)

Tendo em vista que as caixas coletoras possuem compartimentos de depósitos de resíduos diferenciados, ou seja, para tipos de pilhas e baterias de celular com dimensões distintas, foram desenvolvidos relatórios semelhantes aos de resumo, adicionando um detalhamento por compartimento. Estes relatórios podem promover uma avaliação futura por categorias de resíduo baseado no volume/dimensão (Figuras 64 e 65).

Figura 64- Relatório: Resumo de Movimentação por Caixa Coletora

UNAERP		Sistema de Gestão e Gerenciamento	
		Resumo de Movimentação por Caixa Coletora	
		Período: (01/01/2020 00:00 - 08/01/2020 00:00)	
Caixa: CX BL A		IP 192.168.0.10	
Data	Compartimento	Quantidade UN	
06/01/2020 10:10	1	1.00	
06/01/2020 14:10	1	1.00	
07/01/2020 10:10	2	1.00	
Total		3.00	
Caixa: CX BL B		IP 192.168.0.20	
Data	Compartimento	Quantidade UN	
07/01/2020 09:22	2	1.00	
Total		1.00	
Caixa: CX BL A3		IP 192.168.0.13	
Data	Compartimento	Quantidade UN	
08/01/2020 16:10	1	1.00	
Total		1.00	
Total Geral		5.00	

Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 65- Relatório: Resumo de Movimentação Geral

UNAERP		Sistema de Gestão e Gerenciamento	
		Resumo de Movimentação por Caixa Coletora	
		Período: (01/01/2020 00:00 - 08/01/2020 00:00)	
Data	Compartimento	Quantidade UN	
06/01/2020 10:10	1	1.00	
06/01/2020 14:10	1	1.00	
07/01/2020 10:10	2	1.00	
07/01/2020 09:22	2	1.00	
08/01/2020 16:10	1	1.00	
Total Geral		5.00	

Fonte: Autoria Própria (2019)

Objetivando o acompanhamento das coletas dos resíduos depositados nas caixas coletoras e encaminhados para destinação final, foram desenvolvidos os relatórios de Resumo de Notificação. Esses relatórios demonstram por período as notificações de coleta das caixas e peso total para envio de destinação final, conforme ilustrado nas Figuras 66 e 67.

Figura 66 - Relatório: Resumo de Notificação por Caixa Coletora

UNAERP	Sistema de Gestão e Gerenciamento	
	Resumo de Notificação por Caixa Coletora	
Período: (01/02/2020 00:00 - 21/04/2020 00:00)		
Caixa: CX BL A		IP 192.168.0.10
	Data	Peso (g)
	11/02/2020	10,001.00
	Total	10,001.00
	Total Geral	10,001.00

Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 67 - Relatório: Resumo de Notificação Geral

UNAERP	Sistema de Gestão e Gerenciamento		
	Resumo de Notificação Geral		
Período: (02/01/2020 00:00 - 15/04/2020 00:00)			
Data	Caixa	IP	Peso (g)
11/02/2020	CX BL A	192.168.0.10	10,001.00
		Total Geral	10,001.00

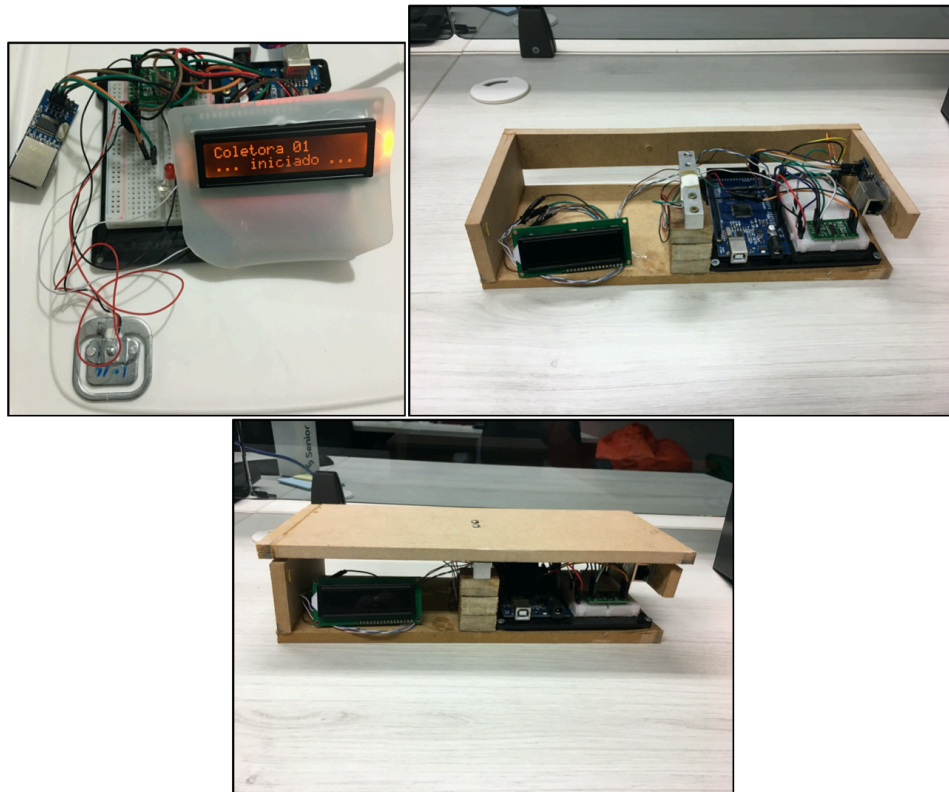
Fonte: Autoria Própria (2019)

5.10.3. Módulo de Automação da Caixa Coletora

Na Figura 68 é representado o Módulo de Automação da Caixa Coletora.

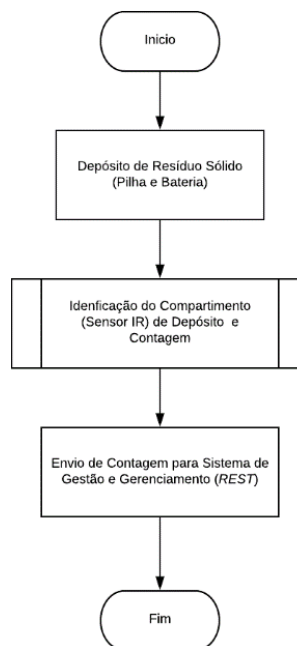
O módulo de Automação é responsável por efetuar a contagem do material depositado na caixa e também a pesagem total obtida. A cada depósito de material é enviada uma mensagem via *Representational State Transfer* (REST) para o Sistema de Gestão e Gerenciamento, nesta mensagem está contida a identificação da caixa coletora e o compartimento em que houve o depósito do resíduo, ilustrado pelo diagrama de blocos na Figura 69.

Figura 68 - Módulo de Automação para caixa Coletora



Fonte: Autoria Própria (2019)

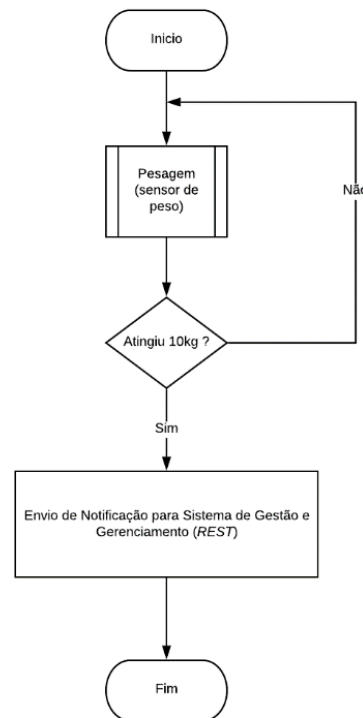
Figura 69 - Diagrama de Blocos - Contagem de Resíduos Sólidos



Fonte: Autoria Própria (2019)

Quando o módulo registra um montante de 10kg é enviada uma mensagem para o Sistema de Gestão e Gerenciamento notificando que é necessária a coleta dos resíduos contidos na caixa coletora e que seja efetuada a destinação final, representado pelo diagrama de blocos na Figura 70.

Figura 70 - Diagrama de Blocos - Pesagem de Resíduos Sólidos



Fonte: Autoria Própria (2019)

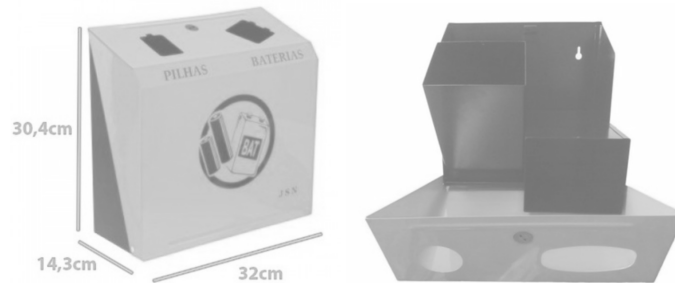
5.10.4. Caixa Coletora Automatizada

Na Figura 71 é representado o croqui da Caixa coletora. Na Figura 72 é ilustrado a Caixa Coletora com o Módulo de Automatização. Na caixa coletora foram efetuadas as seguintes modificações para que o módulo de automatização pudesse ser instado:

- Abertura na parte traseira para que seja possível a conexão de energia e rede *Ethernet*;
- Redução de compartimentos para a instalação do módulo como balança na parte inferior;
- Inclusão de *leds* na parte frontal-superior como indicadores de disponibilidade;

- Inclusão de sensores de movimento nos 2 compartimentos para sejam utilizados como contadores.

Figura 71 - Croqui da esquemático da Caixa Coletora



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Figura 72 – Caixa Coleta Automatizada com módulo de controle



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Conforme Rocha e Penteado (2017), o gerenciamento de resíduos sólidos agrega inúmeros benefícios ambientais, possibilitando avaliações de sustentabilidade frente as medidas que são adotadas, trazendo uma visualização da realidade, e ilustrando a abrangência dos processos que tangem o controle do resíduo sólido. Por intermédio do presente estudo evidenciou-se a importância do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celulares, pois uma Instituição de Ensino contempla uma abrangência social relevante diante de seu corpo discente, docente e técnico-administrativo. Considerando essa representatividade social, bem como a complexidade do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular, fez-se necessária a documentação dos fluxos desse processo, que posteriormente forneceram subsídios suficientes para que fossem propostas e implementadas melhorias a fim de garantir uma melhor eficiência e tornar o processo sustentável.

As pesquisas *in loco* permitiram demonstrar aos *stakeholders* envolvidos e responsáveis, não apenas deficiências em relação ao efetivo controle operacional do processo, mas também os pontos positivos como a contribuição que a IES propicia ao meio ambiente em que está inserida, por meio da promoção e do incentivo de ações sustentáveis, e adicionalmente a possibilidade de redução dos custos necessários as atividades de coleta seletiva.

De acordo com Lima (2016), um grande fator que colabora para que o processo de coleta seletiva seja mais eficiente é a educação ambiental. A IES contribuiu consideravelmente para a implantação e evolução do processo de coleta seletiva, cidadãos mais conscientes e instruídos quanto à importância ambiental colaboram de maneira mais contundente. Neste estudo a autora destaca a importância da educação ambiental no processo de implantação de um sistema de coleta seletiva no município de Curitiba/PR, relatando ainda a diferença na colaboração dos cidadãos quando são melhores instruídos e conscientes em relação a um meio ambiente sustentável, chegando assim, a dedução do motivo pelo qual recebe o título de cidade mais limpa do país.

Atualmente, a IES que subsidiou o presente estudo, assim como, ilustrado por Lima (2016), há tempos vem promovendo inúmeros meios de fomento para a educação ambiental de todos que nela congregam. Em seus cursos são utilizados como linhas de pesquisa e aplicações temas relacionados a sustentabilidade, objetivando cada vez mais contribuir para um meio ambiente saudável e sustentável. Pelo campus são encontrados informativos, caixas coletoras de pilhas e baterias e lixeiras para descarte seletivo de resíduos sólidos.

Apesar de promover inúmeras iniciativas sustentáveis, esse estudo buscou possibilitar a avaliação da efetividade de certas iniciativas no que dizem a respeito a coleta seletiva de pilhas e baterias de celular, permeando uma visualização quanto a necessidade de maior esforço para

sensibilização e aceitação por áreas de concentração de cursos, buscando sempre o crescimento orgânico de todo o processo.

Em continuidade ao tema, Marques et al. (2017), em seu estudo executado no campus da Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), reafirmam que o maior desafio de implantação e gestão de coleta seletiva refere-se a conscientização das pessoas, tornando-se uma necessidade contínua o processo de sensibilização e ações de apoio para que a coleta seletiva atinja seu objetivo. Outro ponto levantado é a importância dos indicadores que são obtidos quanto há gestão e o gerenciamento de controle de resíduos que podem proporcionar até mesmo uma potencialização de ganhos sociais. A partir do estudo desenvolvido tornou-se possível visualizar que os maiores entraves para o processo de coleta seletiva não estavam relacionados à infraestrutura e transporte, mas sim com as preocupações concernente as questões ambientais e inclusão social dos catadores de materiais recicláveis.

Assim, como evidenciado por Marques et al. (2017), na IES estudada foi elicitada uma deficiência quanto ao custo inerente a logística que envolve a parte operacional do processo, decorrente da verificação contínua quanto a necessidade de esvaziamento das caixas coletoras. O módulo de automatização das caixas coletoras permitiu que o processo de esvaziamento não mais ocorra por observação visual, que onera custos, mas sim de forma *on-demand*, ou seja, de forma autônoma.

Conforme apontado por Damiani et al. (2016), os autores que implantaram o plano de gerenciamento de resíduos em IES na cidade de São Paulo, relatam que o processo de implantação de coleta seletiva e de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, dependem do engajamento de todos os envolvidos direta ou indiretamente nos referidos processos. Citam ainda como partes essenciais no processo de implantação de coleta seletiva e gestão de resíduos sólidos, treinamentos, informação e parcerias, a fim de promover a mudança de comportamento do público-alvo.

No processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular implantados na IES, conforme apontado pelos *stakeholders*, o plano de gerenciamento de resíduos sólidos existente não descreve de forma clara cada papel e responsabilidades no que tangem o processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular, há iniciativas departamentais para a execução do processo, o que conseqüentemente, acarretava em um baixo envolvimento da comunidade acadêmica. Um ponto abordado pelo presente estudo foi a determinação de cada papel e de suas respectivas responsabilidades, vislumbrando garantir a execução adequada do processo.

De acordo com Ferronato et al. (2020), o uso de um sistema de informação geográfica é indispensável para obtenção de dados confiáveis para a avaliação do processo de gerenciamento de resíduos sólidos. Em seu estudo, efetuado em uma cidade na Bolívia, foi possível através da análise de indicadores gerados a redução da quantidade de rotas para o processo de coleta de resíduos sólidos, a redução da distância de rotas de caminhões compactadores, e a decisão de inclusão de processos de reciclagem, contribuindo de forma significativa com ganho econômico.

Segundo Ferreira et al. (2017), para a obtenção de um crescimento sustentável é necessário um gerenciamento de resíduos sólidos eficiente e, com a eleição de aterros sanitários e reciclagem. Entretanto, para atingir esses fins é imprescindível sistemas de coleta eficazes, especialmente, a coleta seletiva de resíduos sólidos. Para tal, em seu estudo, realizado no município do Porto - Portugal, destacou a utilização de *softwares* estatísticos, como o SPSS versão 23.0 e R versão 2.15.0, para análise e apoio de tomada de decisão de linhas futuras, relacionando informações de consumo e distância para coleta. Objetivando promover um forte crescimento sustentável os autores destacaram a importância de uma boa estratégia nas questões que tangem a gestão de resíduos sólidos, sendo assim, o diferencial do estudo, com as avaliações obtidas por meio dos *softwares* já mencionados, foi possível a determinação de análises específicas para os tipos de resíduos, tratando-os individualmente com seus respectivos indicadores. Neste contexto, fica evidente que a coleta seletiva não pode ser avaliada apenas de maneira macro, mas sim micro, considerando não somente fatores territoriais ou planos gerais, mas sim individualmente, ou seja, cada tipo de resíduos a ser coletado e suas respectivas particularidades.

Outro estudo encontrado na literatura foi a implementação de um programa de coleta seletiva na cidade de São Lourenço - MG, por Bernardo e Lima (2017), utilizando a pesquisação como metodologia. Após a coleta dos dados referentes a velocidade do veículo de transporte, tempo gasto por rota, quantidade de pontos de coleta por rota e bairros por rota, as informações foram transpostas para o *software* TransCAD permitindo traçar um mapeamento e planejamento de rotas como apoio e decisão.

Como citado, o uso de sistemas de informação são ferramentas indispensáveis para uma boa gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Considerando que há diferentes aplicações na temática abordada, o que mais se encontra são sistemas de informação para as atividades que compõem o processo de coleta seletiva, como por exemplo, Gestão de Rotas - apontado por Ferronato et al. (2020) com a utilização de informações geográficas; Minimização de rotas e ações complementares para o processo de coleta explorado por Ferreira et al. (2017), com a

utilização de dados estatísticos para apoio a decisão, e o estudo de Bernardo e Lima (2017) buscando o apoio no planejamento de rotas.

Embora exista uma grande gama de soluções de sistemas de informação no âmbito do gerenciamento de resíduos sólidos, não foram encontradas ferramentas que dessem suporte na gestão e gerenciamento do processo de coleta seletiva. As soluções propostas restringem-se em promover controles de geolocalizações de pontos de coleta ou de pontos que necessitam de coleta, controles para roteirização de coletas e até para venda de resíduos (BLAZINI FILHO et al., 2016). O presente estudo destaca-se como um diferencial, proporcionando um sistema de informação para a gestão e gerenciamento do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular, e não de atividades específicas que são adjuntas ao processo de coleta seletiva de pilhas e baterias. Tendo por objetivo promover o controle das informações decorrentes do referido processo e indicadores para possibilitar uma acurácia na gestão e no gerenciamento de todo o processo.

No que tange a automatização voltada como apoio ao processo de coleta seletiva de resíduos sólidos, destacam-se alguns estudos. O projeto LISA, tendo por objetivo automação de uma lixeira inteligente para apoiar na identificação do resíduo e motivar o descarte adequado (NUNES, 2018) e o projeto SiCICAL, que promove uma funcionalidade de compactação dos resíduos coletados. Também foram encontrados outros estudos, mas estão direcionados para automatização de caminhões e pontos de segregação (COUTINHO; MOYANO; ARAUJO, 2013). Nesse sentido, cita-se o Separador Inteligente, que tem por objetivo efetuar a separação inteligente de resíduos secos, sendo capaz de identificar plástico, metal e vidro (CLAVISSO et al., 2018).

Os estudos encontrados descrevem uma tendência, em sua grande maioria, em ferramentas que trazem uma melhora nos processos intrínsecos das lixeiras como separação, compactação e identificação.

A automatização desenvolvida neste estudo tem por objetivo contribuir na operacionalidade do processo, minimizando custos, e otimizando processos de esvaziamento da caixa coletora. Em síntese, a contribuição obtida pela automatização reflete diretamente o custo decorrente pela logística operacional do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular.

Evidencia-se que o estudo apresenta uma solução integrada que contribui no gerenciamento e na gestão do processo de coleta seletiva existentes, e também na diminuição de custos operacionais, garantindo uma redução de intervenções manuais nas caixas coletoras. Destacando o registro de todas as informações referentes ao processo de coleta e envio de resíduo

coletado para destinação final. Os registros armazenados permitem uma visão completa do processo de coleta seletiva, e ainda possibilita a avaliação da evolução orgânica do processo, a aceitação ou necessidade de sensibilização para a sustentabilidade.

O grande desafio desse estudo foi desenvolver uma solução que tivesse aplicabilidade ao local do estudo, mas também que fosse possível sua reutilização em outros pontos e houvesse escalabilidade.

6 CONCLUSÃO

Por meio do estudo buscou-se atender as determinações dispostas pela PNRS nº 12.305/2010. Apesar de já possuir um processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular, foi plausível identificar a possibilidade e a implementação de melhorias no processo existente.

Foi implementado um sistema de informação para a gestão e o gerenciamento do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular. O sistema proporcionou uma visualização do estado de recebimento de cada uma das caixas e disponibilizou uma gama de funcionalidades para o controle e a análise das informações inerentes ao processo de coleta e das operações executadas.

Foi desenvolvido também o protótipo de um módulo de automação para ser inserido nas caixas coletoras, com o objetivo de realizar o acompanhamento remoto da caixa coletora, fornecendo informações referentes a quantidade de resíduo coletado individualmente e o peso total contido em cada uma das caixas. Com essas informações pode-se garantir que o processo de coleta seja executado sem a adição de custos financeiros para a IES, obedecendo as restrições impostas pelo fornecedor de logística reversa de pilhas e baterias de celular para que o serviço de destinação final seja gratuito.

Com os dados brutos gerados pelo sistema de informação foi possível elaborar indicadores que permitem uma visualização quanto a eficiência e evolução do processo de coleta seletiva de pilhas e baterias de celular na IES.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Considerando os resultados obtidos, recomenda-se para trabalhos futuros a incorporação do módulo de automação e do Sistema de Gestão e Gerenciamento como ferramenta de apoio na IES, onde o estudo foi realizado, no controle dos resíduos de construção civil e hospitalares.

Outra sugestão seria o controle de coleta centralizado, não trabalhando isoladamente caixa a caixa, mas uma avaliação do total de resíduos coletado por todas as caixas, considerando não somente o controle de envio para destinação final adequada, mas também o controle quanto ao resíduo armazenado.

No protótipo de automatização pode-se futuramente utilizar o sistema de rede GSM para comunicação em lugares que não possuam infraestrutura de rede TCP/IP.

Registra-se ainda como estudo futuro a transformação do protótipo em um produto comercializável em parceria com o fabricante da caixa ou ainda o desenvolvimento de uma caixa coletora com o sistema de *hardware* e *software* acoplados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA - ABINEE. **Programa recolhe cerca de 120 toneladas de pilhas e baterias em um ano.** 2012. Disponível em: <www.abinne.gov.br>. Acesso em: 05 jun. 2019.

_____. **Relatório Anual 2017.** São Paulo, 2017. Disponível em: <www.abinne.gov.br>. Acesso em: 05 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Resíduos Sólidos – Classificação – NBR 10004.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004a.

_____. **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos – NBR 10006.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004b.

_____. **Amostragem de resíduos sólidos – NBR 10007.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004c.

ALLOWAY, B. J. **Heavy metal in soils.** Glasgow: Chapman & Hall, 1990.

ALVES, W. P. **Banco de dados.** 1ª ed. São Paulo: Érica, 2014.

BERNARDO, M.; LIMA, R. S. Using Action Research to Implement Selective Waste Collection Program in a Brazilian City. **Systemic Practice and Action Research**, Noruega, v. 30, n. 6, p. 593-608, 2017.

BIDONE, F. R. A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 2001.

BIAZINI FILHO, F. L. et al. Sistema de Informação para Leilão e Comercialização de Resíduos Recicláveis na Urbam. **7º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**, Porto Alegre, 2016.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 11, p. 3-9, mai. 2000.

BRADY, E. J.; RUSSEL. W. J.; HOLUM, R. J. **Química: a matéria e suas transformações.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2003.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF, 1988. Disponível em: <https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_06.06.2017/art_225_.asp>. Acesso em: 23 mar. 2019.

_____. **Decreto nº 7.404**, de 23 de dezembro de 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 21 mai. 2020.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial**

[da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, de 03 agosto de 2010b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 15 out. 2019.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instrução Normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012**. Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80063/141112_IN10.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 257**, de 30 de janeiro de 1999. Estabelece a obrigatoriedade de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos. Publicado no D.O.U.

_____. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 401**, de 04 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Publicado no D.O.U.

BRASIL ESCOLA. **Pilha Seca de Leclanché**. s.d. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/pilha-seca-leclanche.htm>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

BRINGHENTI, J. **Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos: Aspectos Operacionais e da Participação da População**. 2004. 234p. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BYD BATTERIES CO. LTDA. **BYD Batteries Technical Handbook**. China: BYD Company Ltda, 2001.

CÂMARA, G. et al. **Banco de dados geográficos**. Curitiba: MundoGEO, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/index.html>>. Acesso em: 17 out. 2019.

CARDOSO, M. L. **Metais pesados**. 2008. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/metais-pesados/>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

CARVALHO, C. V. A.; CARVALHO, J. V.; RODRIGUES, W. C. Software Coleta Seletiva: um sistema computacional educativo para conscientização da importância da coleta seletiva. **Revista Práxis**, Volta Redonda, ano I, n. 2, p. 59-36, 2009.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL – CETEM. **Reciclagem de Pilhas Secas**. Relatório Interno. Rio de Janeiro: CETEM, 1999.

CENTRO FEDERAL DE ESCOLAS TÉCNICAS – ESCOLA DE QUÍMICA – CFETEQ – RJ. **Pilhas e Baterias**. Rio de Janeiro: CFETEQ – RJ, 2000.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 1998.

CLAVISSO, L. B. et al. Separador Inteligente de Resíduos Secos para Facilitar a Reciclagem de Materiais. **18^a Congresso Nacional de Iniciação Científica – CONIC SEMESP**, São Paulo, 2018. Disponível em: < <https://www.conic-semesp.org.br/anais/files/2018/trabalho-1000000192.pdf> >. Acesso em: 26 mai. 2020.

COUTINHO, L. F.; MOYANO, I.; ARAUJO, R. G. B. Sistema de Coleta Inteligente e Compactação Automatizada do Lixo (SICICAL): com estudo de caso Salvador/BA. **Seminário Estudantil da Produção Acadêmica**. Salvador, v. 12, p.123-136, 2013. Disponível em: <<https://revistas.unifacs.br/index.php/sepa/article/view/2820/2050>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

DAMIATI, S. L. et al. Proposta de implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Instituição de Ensino Superior. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 22, n. 40, p. 1027, 2016. Disponível em: <<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/1027/836>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

DEMAJOROVIC, J. et al. Logística reversa: como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares? **Revista de Administração de Empresas - RAE**, São Paulo, v. 52, n. 2, p.165 -178, abr. 2012.

DEPLEDGE, M. H. et al. Heavy Metals. In: **Handbook of Ecotoxicology**. Sheffield – UK: Blackwell Science. 1997.

DIONYSIO, R. C. C.; SANTOS, F. C. A. Evolução da informação apoiadora da gestão ambiental: uma análise centrada em seus estágios evolutivos e nos agentes decisórios. **Informação & Informação**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 184-203, 2008

DISSEMINATION OF IT FOR THE PROMOTION OF MATERIALS SCIENCE - DOITPOMS. **Batteries**. 2005. Disponível em < <http://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/batteries/index.php> >. Acesso em: 30 mar. 2019.

ESPINOSA, D. C. R.; TENORIO, J. A. S. Recycling of nickel-cadmium batteries using coal as reducing agent. **Journal of Power Sources**, Ulm, v. 157, n. 1, p. 600-604, jun.2006.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO - FIRJAN. **Guia para coleta seletiva de pilhas e baterias**. FIRJAN: Rio de Janeiro; 2000.

FERREIRA, F. et al. Assessment strategies for municipal selective waste collection schemes. **Waste Management**, United States, v. 59, p. 3-13, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.ez126.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0956053X1630616X?via%3Dihub>>. Acessado em: 01 jun. 2020.

FERRONATO, N. et al. Assessment of municipal solid waste selective collection scenarios with geographic information system in Bolivia. **Waste Management**, United States, v. 102, p. 919-931, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.ez126.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0956053X19307512?via%3Dihub>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

FILIPEFLOP. **Módulo Conversor HX711 para Sensor de Peso**. 2019a. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-conversor-hx711-para-sensor-de-peso/>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

_____. **Sensor de Peso 50Kg Célula de Carga**. 2019b. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-peso-50kg-celula-de-carga/>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

_____. **LED IR 5mm**. 2019c. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/led-emissor-infravermelho-ir-5mm/>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

_____. **Módulo WiFi ESP8266 ESP-01**. 2019d. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp8266-esp-01/>> Acesso em: 28 jul. 2019.

_____. **Placa MEGA 2560 R3 + Cabo USB para Arduino**. 2019e. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/placa-mega-2560-r3-cabo-usb-para-arduino/>> Acessado em: 28 jul. 2019.

FREEMAN, E. **Strategic Management: a stakeholder approach**. New York: Cambridge University Press, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mai. 1995.

GREEN ELETRON. **Green Eletron Pilhas**. 2019. Disponível em: <<https://sistema.gmclog.com.br/info/green>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?. **Revista Psicologia: teoria e pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, mai. de 2006.

JOHNSTON, S. **Rational UML Profile for Business Modeling**. 2004. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/5167-pdf.pdf>>. Acesso em: 01/02/2020.

KAHN, L. **Excesso de cobre**. 2015. Disponível em: <<http://vivaintegral.com.br/saude/excesso-de-cobre>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

KRIEGER M.G. et al. Direito Ambiental: terminologia das leis de meio ambiente. **Revista de Direito de Ambiental**, São Paulo, v.5, n.13, p. 100-111, jan. 2010.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. 7ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais**. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

LEFFINGWELL, D.; WIDRIG, D. **Managing Software Requirements: a use case approach**. Indianapolis: Pearson Education Corporate Sales Division, 2000.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LIMA, C. S. A importância da educação ambiental para o sistema de coleta seletiva: um estudo de caso em Curitiba. **Revista Geográfica Acadêmica**, Goiás, v. 10, n. 2, p. 129-137, 2016. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/rga/article/view/3312/2093>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

LOUCOPOULOS, P.; KARAKOSTAS, V. **System Requirements Engineering**. New York, USA: McGraw-Hill, 1995.

LUCKOW, D. H.; MELO, A. A. **Programação Java para a Web: aprenda a desenvolver uma aplicação financeira pessoal com as ferramentas mais modernas da plataforma Java**. 2ª ed. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2015.

MACEDO, R. B. **Segurança, saúde, higiene e medicina do trabalho**. Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2012.

MANTUANO, D. et al. Pilhas e baterias portáteis: legislação, processos de reciclagem e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, Rio de Janeiro, n. 21, p. 1-13, 2011. Disponível em: <http://www.rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/341/292>. Acesso em: 09 jun. 2020.

MARQUES, E. A. F. et al. Gestão da Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos no Campus Pampulha da UFMG: desafios e impactos sociais. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 6, n. 4, p. 131-149, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/index.php?journal=geas&page=article&op=view&path%5B%5D=10100&path%5B%5D=4793>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

NOGUEIRA, D. et al. Pilhas e Baterias Descarte Correto e Reciclagem. **Revista Eletrônica**, São Paulo, p. 1-13, 2011. Disponível em: <http://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/4gestao_foco_Pilhas.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

NUNES, A. M. S. **Projeto LISA: lixeira Inteligente seletiva automática**. 2018. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2018.

OLIVEIRA, M. **Levantamento de informações para elaboração do artigo desafios da implantação da logística reversa de pilhas, baterias, celulares e acessórios: a experiência de Rio Claro – SP**. Entrevista concedida a Alberto Lanari Ozolins. São José dos Campos, 26 de abril de 2013.

PFLEEGER, S. L. **Engenharia de Software – teoria e prática**. 2ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

PORTEOUS, A. **Dictionary of environmental science and technology**. Revised Edition. Chichester. England: John Wiley, 1994, 439 p.

REZENDE, D. A. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

ROA, K. R. V.; SILVA, G. NEVES, L. B. U.; WARIGODA, M. S. **Pilhas e baterias: usos e descartes x impactos ambientais**. Caderno do professor. GEPEQ- USP: curso de formação continuada de professores, 2009. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/aas/_indefinidopilhasebateria.arquivo.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

ROCHA, T. B.; PENTEADO, C. S. G. Impacto e benefícios ambientais do gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos. **Revista LatinoAmericana em Avaliação de Ciclo de Vida**, Fortaleza, v. 1, n. 2, p. 78-89, 2017. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/lalca/article/view/3073>>. Acesso em: 1 jun. 2020.

RUPPENTHAL, J. E. **Toxicologia**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_seguranca/sexta_etapa/toxicologia.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2019.

SALDO, R. **Baterias de Lítio Caseiras: como construir seu próprio jogo de baterias**. s.d. Disponível em: <<http://teslabrasil.com/wp-content/uploads/2017/04/E-book-Roberto-Saldo-Aprenda-a-fazer-seu-próprio-banco-de-baterias.-final-edit.pdf>>. Acesso em: 21 mai. 2020.

SAMPAIO, B. D.; SOUZA, A. C. L.; TROMBETA, L. R. Catadores de materiais recicláveis no município de Santo Anastácio, São Paulo: Consumismo e precarização do trabalho. **Revista Pegada**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 167-186, dez. 2014.

SANTOS FILHO, J. C.; GAMBOA, S. S. (Orgs.). **Pesquisa educacional: quantidade-qualidade**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SAVAGE, G. T. et. al. Strategies for assessing and managing organizational stakeholders. **The Executive**, New York, p. 61-75, mai. de 1991.

SCHALCH, V.; CASTRO, M. A. S.; CÓRDOBA, R. E. **Tratamento e Disposição Final Ambientalmente Adequada de Resíduos Sólidos Urbanos**. São Carlos: EESC/USP – Neper, 2015.

SCHIMAK, G. Environmental Knowledge and Information Systems [Editorial]. **Environmental Modelling & Software**, Gold Coast, v. 20, n. 12, p. 1457- 1458, dez. 2005.

SIMONETTO, E. O.; BORENSTEIN, D. Gestão Operacional da Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos – Abordagem utilizando um sistema de apoio a decisão. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 449-461, dez. 2006.

SLACK, N. et. al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

TEIXEIRA, E. B. A análise de dados na pesquisa científica. **Revista Desenvolvimento em Questão**, Itajaí, ano 1, n. 2, p. 177-201, dez. 2003.

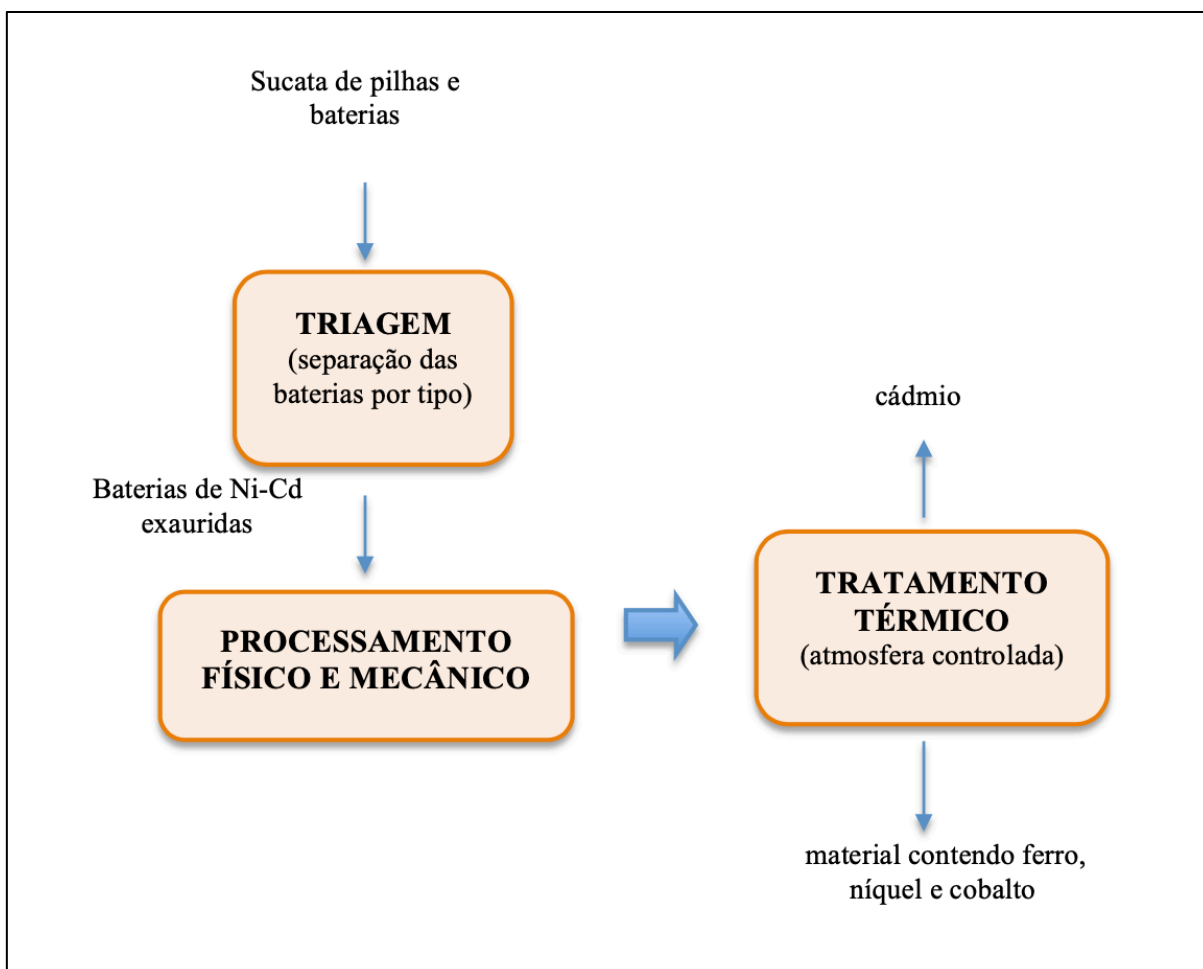
TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

WALKER, D.; PITT, M.; THAKUR, U. J. Environmental management systems: Information management and corporate responsibility. **Journal of Facilities Management**, Melbourne, v. 5, n. 1, p. 49-61, fev. 2007.

ANEXO A

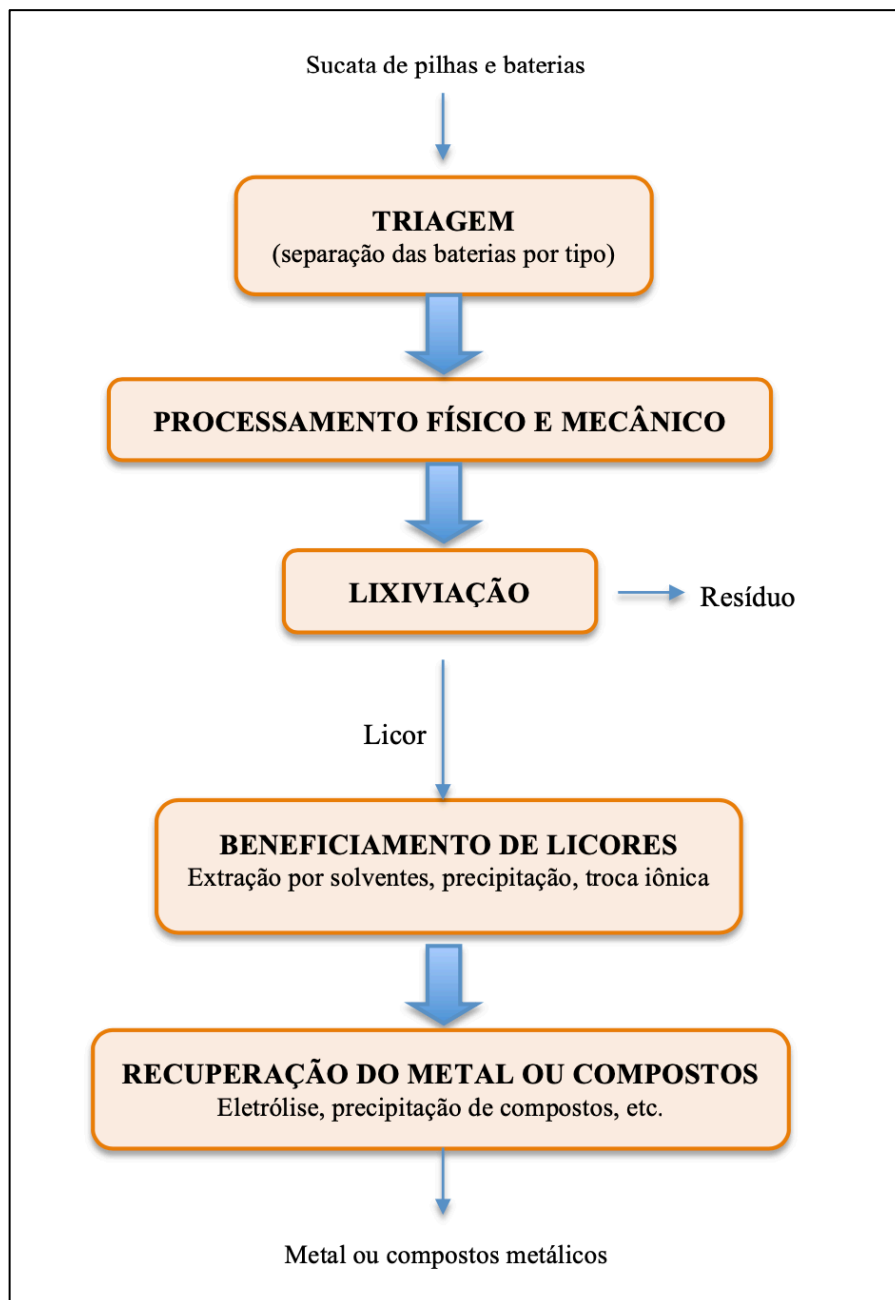
ROTAS PARA PROCESSAMENTO METALÚRGICO DE PILHAS E BATERIAS

Figura 73 - Esquema geral para a reciclagem de baterias Ni-Cd por rota pirometalúrgica



Fonte: MANTUANO et al. (2011, p. 8)

Figura 74 - Esquema geral para a reciclagem de pilhas e baterias por rota hidrometalúrgica



Fonte: MANTUANO et al. (2011, p. 9)