**UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Ariel de Vasconcelos Gonçalves, 2002996

Camila de Campos Souza, 1600058

Diego Thomaz Rampim, 2014438

Rafael Cavinati Lordi, 2007542

Raony Canela Damiani, 2008731

Ronny Caitano da Silva, 2009205

William Cleber Gabriel, 2009231

**HelperTec – Soluções para o Descarte Correto de Resíduos Eletrônicos**

Espírito Santo do Pinhal - SP

2022

**UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**HelperTec – Soluções para o Descarte Correto de Resíduos Eletrônicos**

Relatório Técnico-Científico apresentado na disciplina de Projeto Integrador para os cursos de Engenharia da Computação e de Ciência de Dados da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP).

Espírito Santo do Pinhal - SP

2022

GONÇALVES, Ariel de Vasconcelos; SOUZA, Camila de Campos; RAMPIM, Diego Thomaz; NETO, LORDI, Rafael Cavinati; DAMIANI, Raony Canela; SILVA, Ronny Caitano; GABRIEL, William Cleber. **HelperTec – Soluções para o Descarte Correto de Resíduos Eletrônicos.** 00f. Relatório Técnico-Científico. Bacharelados em Ciência de Dados e em Engenharia da Computação – **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Tutor: Rafael dos Santos. Polo: Espírito Santo do Pinhal, 2022.

**RESUMO**

Componentes eletrônicos estão cada vez mais presentes em nosso dia a dia, sejam em nossas casas, em nossos trabalhos, em nossos carros, ou até mesmo em nossos bolsos. Com o passar do tempo, este tipo de material vem se desgastando, seja pelo seu tempo de vida útil, seja pelo mau uso do usuário. Quando um equipamento precisa ser trocado, ele terá que ser descartado para que outro entre em seu lugar. Entretanto, nem todas as pessoas fazem de maneira correta o devido descarte destes materiais e, consequentemente, ocasionam danos ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho é criar uma plataforma em que as pessoas possam relatar às equipes especializadas em resíduo eletrônico, os locais em que há este tipo de lixo; mas não apenas isso, a plataforma também fornecerá aos seus usuários as localidades onde possa ser feito o descarte de maneira correta e consciente destes materiais ou, se necessário, enviar uma solicitação para a coleta no local por parte das cooperativas de reciclagem. Espera-se que com este sistema seja otimizado o processo de coleta e destinação dos resíduos eletrônicos de uma cooperativa localizada no município de Espírito Santo do Pinhal-SP, (cidade escolhida como pioneira para os testes deste projeto) bem como, através de ações de educação ambiental, para também conscientizar a população em geral sobre a importância do descarte adequado destes materiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduos eletrônicos; plataforma online; aplicação web; sistema de coleta; cooperativas de reciclagem.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

**Figura 1**– Formulário dos Alunos ................................................................................. 16

**Figura 2**– Cooperativa de Espírito Santo do Pinhal ................................................... 18

**Figura 3**– Gráfico A ......................................................................................................... 19

**Figura 4**– Gráfico B .......................................................................................................... 19

**Figura 5**– Gráfico C .......................................................................................................... 19

**SUMÁRIO**

[1. INTRODUÇÃO 6](#_Toc571541289)

[2. DESENVOLVIMENTO 7](#_Toc1405191570)

[2.1 Objetivos 8](#_Toc776800870)

[2.2. Justificativa e delimitação do problema 8](#_Toc271089567)

[2. 3. Fundamentação teórica 8](#_Toc108852177)

[2.3.1. A INTERNET 9](#_Toc690314799)

[2.3.2. ARQUITETURA CLIENTE-SERVIDOR 9](#_Toc260173654)

[2.3.3. Framework Web 10](#_Toc31595366)

[2.3.4. PHP 11](#_Toc838583031)

[2.3.5. HTML – CSS 11](#_Toc604130649)

[2.3.7. MySQL 12](#_Toc992337832)

[2.3.9. Testes 14](#_Toc1726554145)

[2.3.10. Cloud Computing (Computação em Nuvem) 15](#_Toc1737067545)

[2.3.11. Análise de Dados 15](#_Toc514728221)

[2.4. METODOLOGIA 16](#_Toc1928086651)

[2.4.1. Ouvir e Interpretar o Contexto: 16](#_Toc1812355287)

[2.4.2. Criar / Prototipar 18](#_Toc2033157539)

[2.4.3. Implementar / Testar 19](#_Toc2051919748)

[3. REFERÊNCIAS 21](#_Toc1071618034)

# INTRODUÇÃO

Atualmente, com os avanços tecnológicos e mudanças de padrões de consumo, a sociedade cada vez mais possui equipamentos eletrônicos para a satisfação de suas necessidades que, quando perdem sua função ou quebram, geram um resíduo. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), no relatório *E-Waste* nos últimos 5 anos, houve um crescimento de 21% na geração de resíduos eletrônicos (ONU, 2020). Em outra pesquisa, realizada em 2021, verificou-se que apenas 3% do lixo eletrônico gerado na América Latina é descartado de forma correta (ONU, 2022).

Neste cenário, o Brasil é o 5º maior produtor de lixo eletrônico no mundo, e ainda assim, uma parcela considerável da população tem dificuldades em definir o que é este tipo de resíduo. Em relatório apresentado pela empresa *Green Eletron*, 33% dos entrevistados considera lixo eletrônico documentos em meio digital (spam) e 7% desconhece ou não soube responder ao questionamento do que seria resíduo eletrônico (Green Eletron, 2021).

Um dos conceitos adotado para os resíduos eletrônicos consiste em “qualquer aparelho que utilize energia elétrica e tenha atingido seu fim de vida útil” (Santos, 2012) e um dos grandes problemas associado a estes resíduos é a presença de metais pesados, que podem se bioacumular no ambiente e em tecidos vegetais e animais.

Os problemas para o planeta podem ser a contaminação de solos, lençóis freáticos, e os organismos da fauna e da flora. Além disso, esses materiais reduzem o tempo de vida dos aterros sanitários. Os problemas para o homem são que o acúmulo deste material pode gerar o risco do desencadeamento de câncer, devido a predominância destes metais pesados que são bioacumulativos, ou seja, eles entram em nossos corpos e vão se acumulando, seja pela ingestão de alimentos ou água contaminados por ele, seja pelo ar quando inspiramos estes metais ou quando em contato com a pele, pois ela absorve este tipo de material. Não apenas em adultos, mas os metais pesados também podem gerar riscos às crianças, como alterações na função pulmonar, danos ao DNA, prejuízos a função de tireoide e o aumento do risco de algumas doenças crônicas tardias, como o câncer e doenças cardiovasculares.

# 2. DESENVOLVIMENTO

## **2.1 Objetivos**

**Geral:** Construir uma aplicação web visada na conscientização da população e facilitar o gerenciamento e a coleta de resíduos eletrônicos realizada por uma empresa ou órgão responsável por este tipo de serviço, diminuindo assim os impactos ambientais gerados pelo material.

**Específicos:**

* Levantar os requisitos necessários de acordo com a visão da comunidade externa;
* Analisar as informações coletadas no levantamento de requisitos;
* Gerar um protótipo inicial da aplicação;
* Testar o protótipo com a comunidade externa;
* Avaliar os resultados obtidos com o teste do protótipo.

## **2.2. Justificativa e delimitação do problema**

A necessidade de gerenciar corretamente o lixo eletrônico está cada vez mais premente devido ao excesso de material gerado. O grande volume de lixo eletrônico no Brasil é consequência da grande demanda do mercado e de avanços na tecnologia e de inovações dos aparelhos eletrônicos. Na maioria das vezes, quando entram em desuso, estes equipamentos são descartados de forma errada pelas pessoas, seja pelo desconhecimento da forma correta de descarte, seja por não saberem onde os pontos de coleta se localizam. Os locais onde as pessoas jogam estes materiais são em lixos comuns, aterros sanitários ou terrenos.

Já por parte dos pontos de coleta instalados nos municípios, responsáveis pela coleta e destinação de materiais recicláveis, nem sempre é fácil localizá-los de forma eficiente e isso poderá gerar um problema para as cidades e, consequentemente, para a pessoas em se tratando da gestão de resíduos.

**A questão de pesquisa que norteia este trabalho é:**

Como a produção de uma aplicação web e o uso da internet poderiam ajudar pessoas e empresas a descartarem seus resíduos eletrônicos de maneira correta e consciente?

## **2. 3. Fundamentação teórica**

### **2.3.1. A INTERNET**

Em 1949, os EUA e a URSS iniciaram a Guerra Fria, esse foi o principal incentivo para o nascimento da internet visto que qualquer avanço tecnológico incluindo os meios de comunicação eram indispensáveis para vencer, outro ponto a ser considerado era um possível ataque a bases militares. Os EUA como isso em mente precisavam de um mecanismo para proteger suas informações permitindo o compartilhamento e descentralizações destas. A DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency) criou uma rede a ARPANET.

Em 29 de Outubro de 1969 foi enviado primeiro E-mail da história, logo depois o sistema foi dividido criando a MILNET com localidades militares e a nova ARPANET com localidades não militares como as universidades. Isso contribuiu muito para o desenvolvimento da rede, pois com a liberdade do ambiente mais pessoas tiveram acesso aos estudos e puderam contribuir com ele, meses depois 4 universidades já estavam conectadas.

No ano de 1972, Ray Tomlison criou um software de e-mail, nesse momento a ARPANET usava o protocolo NCP (Network Control Protocol) mas só permitia comunicação de computadores conectados a ARPANET, com isso surgiu a necessidade da criação de outro protocolo primeiro o TCP em 1974, TCP/IP em 1978 e depois o HTTP em 1992 (TECMUNDO, 2018).

### **2.3.2. ARQUITETURA CLIENTE-SERVIDOR**

Segundo o CanalTI (2018), define-se arquitetura cliente-servidor ou modelo cliente-servidor é uma arquitetura na qual o processamento da informação é dividido em módulos ou processos distintos. Existe um processo que é responsável pela manutenção da informação (servidores) e outro responsável pela obtenção dos dados (os clientes).

Papéis:

* **Cliente: s**olicitam um determinado serviço, através do envio de uma mensagem ao servidor. Enquanto o processo servidor está trabalhando a solicitação, o cliente está livre para realizar outras tarefas.
* **Servidor:**oferecem serviços a processos usuários, ou seja, executam a tarefa solicitada e enviam uma resposta ao cliente que se traduz nos dados solicitados.

Vantagens:

* Recursos centralizados: pode gerenciar recursos comuns a todos os utilizadores, como por exemplo, um banco de dados centralizado, a fiz de evitar problemas de redundância.
* Maior facilidade de manutenção: é possível substituir, reparar, atualizar ou mesmo realocar um servidor de seus clientes, enquanto não serão afetados por essa mudança.

Desvantagens:

* Sobrecarga: um servidor poderá ficar sobrecarregado caso receba mais solicitações simultâneas dos clientes do que pode suportar ou seja, as requisições dos clientes não poderão sem cumpridas.
* Único nó: se o servidor falhar, não vai ter nenhum outro ligado a ele pra completar a requisição do cliente.

### **2.3.3. Framework Web**

Linhas de código de diferentes programas em todo o mundo são fundamentais para que possamos usufruir cada vez mais da tecnologia. Seja desde uma simples calculadora ou até mesmo o seu sistema operacional (SO), estas linhas de código estão sempre por trás do funcionamento destes softwares.

Com a crescente evolução da tecnologia, estas linhas de código também precisaram ficar cada vez mais robustas, e assim, fica cada vez mais difícil para o programador/desenvolvedor ter que decorar ou aplicar cada passo a passo que deve ser feito em cada aplicação.

Pensando nisso, foram criadas várias ferramentas que auxiliam esses profissionais na criação de suas aplicações. Essas ferramentas são os *frameworks*, e existem vários tipos de frameworks para vários tipos de linguagens diferentes; entretanto, neste texto falaremos exclusivamente de *framework web*, que desenvolve aplicações em páginas da internet (Dicionário do Programador, 2018).

Como o seu significado já diz, o framework web fica responsável de ajudar aos desenvolvedores de aplicações web, diminuindo o tempo gasto e o nível de complexidade de um projeto. À grosso modo, o seu funcionamento é como se fosse uma biblioteca cheia de arquivos e de funções, o que facilita ao desenvolvedor em sua criação, economizando tempo e evitando muito estresse do profissional. Vejamos agora, mais algumas vantagens destes frameworks web e algumas desvantagens (Dicionário do Programador, 2018):

Vantagens:

* Produtividade;
* Padrões de codificação e processos;
* Aproveitamento e reutilização de código;
* Segurança;
* Extensibilidade;
* Rede de apoio de outros desenvolvedores (GitHub).

Desvantagens:

* Diminuição do nível de aprendizagem;
* Possível falta de compatibilidade de um framework com outro;
* Fazer com que o desenvolvedor vicie nas ferramentas e não aprenda a linguagem padrão.

### **2.3.4. PHP**

O PHP é uma linguagem de programação destinada inicialmente para o desenvolvimento de aplicações web e sites. É um projeto de código aberto e traz um ambiente amigável para os desenvolvedores iniciantes, isso contribuiu para o PHP se tornar uma das linguagens mais populares do mundo.

O PHP foi desenvolvido em 1995 por Rasmus Lerdorf. A sigla PHP é um acrônimo para *Hypertext preprocessor*. A linguagem tem como principal diferencial mesclar o código executado no lado do servidor com HTML, o que facilita a criação de páginas com conteúdo dinâmico.

### **2.3.5. HTML – CSS**

Hypertext Markup Language que originou a sigla HTML, teve início no ano de 1991, Tim Berners-Lee foi o criador, a ideia basicamente foi unir hipertexto com internet enquanto trabalhava no CERN (European Organization for Nuclear Research) a motivação inicial era conectar centros de pesquisas entre si para o compartilhamento de documentos entre os cientistas (PACIEVITCH(a), 2016).

No início as páginas HTML eram apenas texto em um fundo branco, então, surgiu a necessidade de adicionar estilo as páginas, em 1994, Hakon Lie, propôs a ideia, e em 1995 a W3C (World Wide Web Consortium) que é um órgão que regulamenta, cria e mantém os padrões da web, desenvolveu o CSS (Cascading Style Sheets) (PACIEVITCH(b), 2016).

Depois de várias atualizações, as versões atuais são o HTML5 e CSS3 e estão presentes em todas páginas web, seu desenvolvimento se dá por meio de tags, onde são apresentadas informações na web, como: imagens, texto, links, áudio e etc. O HTML é responsável pelo conteúdo e o CSS pelo estilo de uma página web (PACIEVITCH(b), 2016).

**2.3.6. API**

O primeiro registro histórico do termo API data de 1968, quando o cientista Ira Walter Cotton publicou o artigo [*Data structures and techniques for remote computer graphics*](https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1476661)*.* Mas o conceito moderno veio mais de 20 anos depois, com a dissertação [*Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*](https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm) (Universidade da Califórnia, 2000), de Roy Thomas. (NEILPATEL, 2022)

API (*Application Programming Interface*), nada mais é que um conjunto de padrões de programação que podem conversar com outras plataformas/sistemas web, mesmo sendo desenvolvidos em linguagens diferentes, podemos dizer que a API é a ponte entre elas, que traduz o que uma quer dizer para a outra. E a utilização desse conceito nos dias de hoje é algo indispensável e de extrema importância, pois ela integra redes sociais, compras online em sites e até mesmo pode integrar com aplicativos de geolocalização como o *Google Maps.*

### **2.3.7. MySQL**

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês Structured Query Language) como interface. É atualmente um dos sistemas de gerenciamento de bancos de dados mais populares da Oracle Corporation, com mais de 10 milhões de instalações pelo mundo.

O MySQL foi criado na Suécia por suecos e um finlandês: David Axmark, Allan Larsson e Michael "Monty" Widenius, que têm trabalhado juntos desde a década de 1980. Hoje seu desenvolvimento e manutenção empregam aproximadamente 400 profissionais no mundo inteiro, e mais de mil contribuem testando o software, integrando-o a outros produtos, e escrevendo a respeito dele.

Quanto a sua definição, MySQL é um Banco de Dados relacional (RDBMS – Relational Database Management Systems) com um modelo de cliente-servidor.

O sucesso do MySQL deve-se em grande medida à fácil integração com o PHP incluído, quase que obrigatoriamente, nos pacotes de hospedagem de sites da internet oferecidos atualmente, além de ser um sistema gerenciador de banco de dados relacional de código aberto usado na maioria das aplicações gratuitas para gerir suas bases de dados.

O MySQL hoje suporta Unicode, Full Text Indexes, replicação, Hot Backup, GIS, OLAP e muitos outros recursos de banco de dados (MySQL, 2022).

Principais características:

* Portabilidade (suporta praticamente qualquer plataforma atual);
* Compatibilidade (existem drivers ODBC, JDBC e .NET e módulos de interface para diversas linguagens de programação, como Delphi, Java, C/C++, C#, Visual Basic, Python, Perl, PHP, ASP e Ruby)
* Excelente desempenho e estabilidade;
* Pouco exigente quanto a recursos de novos hardwares;
* Facilidade no manuseio;
* É um Software Livre com base na GPL (entretanto, se o programa que acessar o Mysql não for GPL, uma licença comercial deverá ser adquirida);
* Contempla a utilização de vários Storage Engines como MyISAM, InnoDB, Falcon, BDB, Archive, Federated, CSV, Solid…
* Suporta controle transacional;
* Suporta Triggers;
* Suporta Cursors (Non-Scrollable e Non-Updatable);
* Suporta Stored Procedures e Functions;
* Replicação facilmente configurável;
* Interfaces gráficas (MySQL Toolkit) de fácil utilização cedidos pela MySQL Inc.

**2.3.8. Git e GitHub**

Atualmente, o GIT é um dos controladores de versão mais utilizados no mundo. Criado em 2005 pelo *Linus Torvalds,* o mesmo criador do *Kernel do Linux*,o software GIT tem como finalidade controlar as alterações de vários projetos, permitindo que essas alterações sejam feitas no código fonte desses softwares de forma simultânea por várias pessoas, sem a necessidade de se preocuparem de que estas alterações sejam sobrescritas umas pelas outras. Toda vez que há alguma mudança no código fonte de um programa, esse código é salvo em uma outra versão diferente e separada da anterior; assim, se essa nova atualização apresentar problemas, basta os projetistas voltarem na última versão salva sem que percam a funcionalidade deste projeto (DICIONÁRIO DO PROGRAMADOR, 2019).

O GIT trabalha com uma arquitetura de ramificações chamada Branch, onde cada alteração do código cria ramificações aproveitando o mesmo código-fonte, para depois mesclar essas ramificações no código principal.

Criado em 2008, o GitHub é uma rede social voltada para desenvolvedores de qualquer tipo de código de programação. O GitHub utiliza repositórios que podem estar tanto em seu computador quanto nos próprios servidores GitHub, onde os usuários podem armazenar qualquer tipo de arquivo referente a qualquer tipo de projeto que está sendo criado. Atualmente, esta rede social hospeda mais de 100 milhões de repositórios, sendo em sua maioria, fontes de código aberto. Atualmente, esta plataforma está sob o domínio da Microsoft (DICIONÁRIO DO PROGRAMADOR, 2019).

### **2.3.9. Testes**

No desenvolvimento de software uma das etapas fundamentais é a de testes, aonde são validadas todas as funções da aplicação antes de subir o software para produção, o objetivo é encontrar bugs/falhas e corrigi-los. Existem vários tipos de testes como: teste funcional, regressivo, exploratório, segurança, performance, unidade, etc.

Uma ferramenta usada para auxiliar com os testes em PHP é o PHPUnit. O PHPUnit é um framework para realização de testes unitários em PHP com base na arquitetura xUnit. Teste unitário é uma metodologia de testes automatizados que leva em consideração a menor unidade do software, ou seja, ao invés de testar dentro do código fonte e executar o código manualmente para imprimir o resultado na tela, o programador cria um projeto de teste, que executa cada trecho do código de forma automática e exibe o resultado de todos os testes (DEVMEDIA, 2020).

O teste unitário é a primeira abordagem em matéria de confecção de testes mais robustos e confiáveis, a técnica consiste em testar as menores unidades possíveis de código da aplicação em cenários isoladamente em um projeto separado da aplicação principal, o que permite a manutenção e a escalabilidade dos testes em conjunto com a aplicação (DEVMEDIA, 2020).

### **2.3.10. Cloud Computing (Computação em Nuvem)**

A Cloud Computing (Computação em Nuvem) é uma estratégia utilizada por profissionais de TI para a entrega de serviços sob a demanda de seus clientes através da internet. Seu custeio pode variar, e é semelhante a cobrança de serviços como de distribuição de água e esgoto e de energia elétrica, sendo assim, cobrado taxas conforme o uso de seus clientes.

Diferente dos modelos comuns, a nuvem é composta por uma série de servidores que representam um amplo dispositivo de armazenamento e processamento de dados, permitindo total elasticidade em todos os seus recursos fornecidos.

A vantagem deste tipo de serviço está na não obrigatoriedade de profissionais de TI em ter que lidar diretamente com hardwares de todos os tipos, sejam para processamento de dados, sejam para armazenamentos de dados. Esta não obrigatoriedade não se limita apenas nisso, mas o profissional de TI também não precisa se preocupar com questões de espaço para fixar esses aparelhos (chamados datacenters), como também questões de refrigeração, localização e de enlaces destes equipamentos. Outro ponto importante é na economia que a nuvem traz para seus usuários, pois, uma vez que se o profissional de TI não precisa se preocupar com instalação de hardware, então ele também não precisará se preocupar com manutenção e troca (quando necessária) dos mesmos.

Atualmente, a cloud computing está sendo utilizada para vários tipos diferentes de serviços, tais como: backups, recuperação de dados, e-mail, desktops virtuais, desenvolvimento e teste de software, análises de big data e aplicativos web voltados ao cliente (AWS, 2022).

### **2.3.11. Análise de Dados**

Dentre as diversas interpretações possíveis para o conceito de análise de dados têm-se que é a aplicação de técnicas estatísticas para avaliar dados, obter informações e extrair percepções e gerar o conhecimento acerca de um tema (Fávero e Belfiore, 2022).

Atualmente, com o advento do Big Data, diversas ferramentas computacionais foram criadas para auxiliar neste processo. As linguagens de programação R e Python são frequentemente associadas ao estudo da Ciência de Dados. Também, no campo da visualização de dados, há diversas ferramentas como o Power BI e o Tableu.

O Power BI é um software da Microsoft e se configura como um dos principais quando se trata de visualização de dados. As técnicas de visualização de dados possuem o intuito de demonstrar as informações para um público alvo de forma mais atraente e simples, garantindo-se assim um entendimento mais claro de assuntos ou informações que podem ser complexos (Ferreira, 2021).

Por meio do Power PI é possível criar os dashboards com gráficos, cards, tabelas, mapas e símbolos, sendo que existe uma versão gratuita do programa (Ferreira, 2021).

## **2.4. METODOLOGIA**

A pesquisa seguiu as diretrizes do modelo *Desing Thinking*, separando-se as ações em três grandes grupos, sendo eles: Ouvir e Interpretar o Contexto, Criar/Prototipar, Implementar/Testar.

### **2.4.1. Ouvir e Interpretar o Contexto:**

*Aplicação do Brainstorm:*

O grupo se reuniu de forma remota, por meio da ferramenta *Collaborate* da Univesp, e pôs-se a discutir ideias de projetos, as ideias citadas foram o site para a gestão da coleta de resíduos eletrônicos e um site para envio de solicitações de ajuda em situações de perigo, por meio de uma votação decidiu-se pela aplicação do site para a gestão de coleta de resíduos eletrônicos, também devido ao seu impacto social e a facilidade na aplicação das ações devido ao fato de uma das integrantes ser funcionária do Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Espírito Santo do Pinhal – SP e lidar com este problema em seu dia a dia.

*Descrição do contexto e perfil dos sujeitos participantes:*

A gestão de resíduos deve ser a preocupação de qualquer município no Brasil, e para isso, diversas formas de organização e execução desse gerenciamento são realizadas. De forma geral, muitos municípios possuem cooperativas ou associação de catadores de material reciclável. Desta forma, visualiza-se três grandes sujeitos participantes, os geradores de resíduos, que são a população em geral, as cooperativas e associações de catadores, que coletam os resíduos, com sua geração de renda devido a esta atividade, porém colaborando com a destinação final ambientalmente correta destes resíduos, e as Prefeituras Municipais, que em muitos casos, fazem o papel de interlocutor entre a sociedade e as cooperativas.

Com as demandas cotidianas, é de interesse aprimorar os processos e facilitar a comunicação entre estas partes envolvidas, por meio de um site que possibilite à sociedade encontrar pontos de coleta ou solicitar uma coleta à domicílio, às Prefeituras Municipais, facilitar a comunicação e obter dados sobre locais que necessitam de mais pontos de coleta ou que não utilizam o serviço e verificar o porquê, e aos catadores, que terão uma rota de coleta aprimorada, garantindo menos custos com combustível e maximizando os lucros.

*Construção das ferramentas para aquisição de requisitos (coleta de dados):*

Para obter o panorama geral da gestão de resíduos eletrônicos, foi realizado um levantamento pela integrante do grupo Camila de Campos Souza, que atua como Engenheira Ambiental da Prefeitura Municipal de Espírito Santo do Pinhal.

Já para a comunidade externa, para atingir o maior grupo possível de pessoas, foi elaborado um formulário na ferramenta Google Forms cujo link foi disponibilizado pelo WhatsApp, Facebook, grupos no Telegram e Email. Segue o link que foi enviado (<https://forms.gle/69BkYL7v7CJk47ii6>) bem como uma ilustração do formulário, apresentado na Figura 1 a seguir.

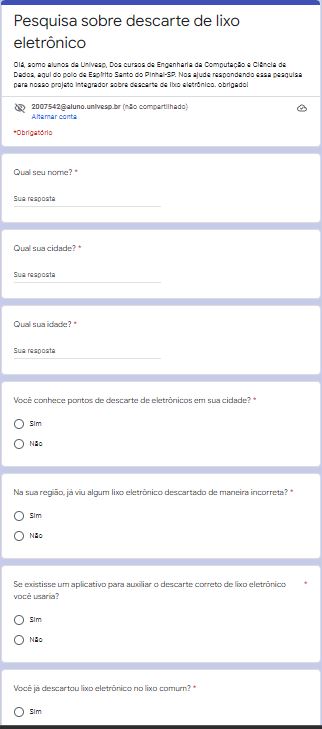


Figura 1 - Recorte do formulário enviado aos alunos

### **2.4.2. Criar / Prototipar**

*Análise de dados e levantamento de requisitos:*

Em posse do levantamento de dados e dos questionários respondidos, foi realizada a discussão de quais as informações são úteis e devem estar presentes no sistema. Os dados obtidos e que são essenciais para o bom funcionamento do sistema foram a base do diagrama entidade-relacionamento construído. Basicamente, trata-se de um sistema de cadastro de usuários, pontos de coletas e chamados para coleta, sendo necessária a geração de relatórios para que os administradores, tanto a cooperativa como as Prefeituras Municipais, consigam ter acesso às coletas do dia. Como função adicional, será utilizada a API do Google Maps, para indicar os pontos de coleta no mapa e facilitar na geração das rotas de coleta.

*Criação do protótipo:*

As seguintes soluções foram levantadas pelo grupo, para adequar a situação-problema ao tema norteador do Projeto Integrador II:

* Será utilizada como linguagem de programação o PHP.
* O banco de dados utilizado será o MySQL.
* Uso do GitHub como forma de compartilhamento de versões e trabalho colaborativo do grupo.
* Para o design do site, serão utilizados o HTML e CSS.
* A API utilizada será a do Google Maps

### **2.4.3. Implementar / Testar**

Após a implementação do protótipo, os seguintes testes serão executados, inicialmente pelo grupo a fim de verificar algum erro de programação: CRUD de usuários (Cadastrar, Editar, Excluir e Exibir usuários), realização de logins na plataforma (administradores e não-administradores), preenchimento do formulário pelo usuário, o recebimento deste formulário preenchido pelo usuário aos administradores, teste de velocidade de carregamento do sistema, testes do funcionamento correto de links direcionados a páginas de terceiros.

Caso não tenham sido identificados erros, o protótipo vai ser testado por uma amostra de usuários da comunidade, tanto do grupo de colaboradores que já trabalharam na empresa de coleta, como pessoas em geral, utilizando dos mesmos testes mencionados no parágrafo acima. Para verificar esta funcionalidade do sistema, um formulário Google será aplicado para que os usuários relatem suas experiências ao utilizar o site.

**2.5. Resultados iniciais**

O processo de coleta de resíduos eletrônicos no município de Espírito Santo do Pinhal (Figura 2) se dá de forma generalizada, não havendo nenhum procedimento padrão e ocorre das seguintes formas:

* Lâmpadas, diversos equipamentos eletrônicos e pilhas são deixadas no prédio do Departamento de Agricultura, sendo um ponto de coleta, porém pouco divulgado;
* Ligações da população para o Departamento de Meio Ambiente, são recebidas ligações da população para verificar locais de descarte, a depender do volume ou é indicado o ponto de coleta no Departamento de Agricultura ou, se verificado que se trata de um grande volume (o que não ocorre com muita frequência), o Departamento agenda a retirada com a Cooperativa e retorna ao munícipe sobre a data e horário que será retirado;
* Pontos de coleta de pilhas e baterias presentes em comércios no município;
* Muitos moradores do município deixam os resíduos na porta de casa para que catadores ou a própria Prefeitura coletem;
* Ligação direta por parte da população para telefone da responsável pela Cooperativa.



*Figura 2 – Cooperativa de Espírito Santo do Pinhal-SP*

Assim, verifica-se que essa falta de padrão é uma dificuldade na comunicação e no entendimento das formas que podem ser utilizadas para descarte e coleta de resíduos eletrônicos, complicando o processo e não estimulando a população a realizar o descarte correto.

Desta análise inicial verifica-se a necessidade das seguintes informações no sistema:

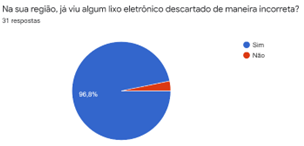
Cadastro de usuários: nome completo, endereço (rua, bairro, número), telefone para contato, login (e-mail/nome de usuário e senha)

Cadastro de tipo de resíduos: pilhas, baterias, fios, eletroeletrônicos

Cadastro da solicitação: local da coleta e descrição dos resíduos (Tipo e volume)

Cadastro de administradores: nome, id, e-mail e senha

Da aplicação do questionário para a população, foram obtidas 31 respostas, conforme imagens abaixo (Figuras 2, 3 e 4), verifica-se que a maioria das pessoas desconhece os pontos de descarte de resíduos eletrônicos na cidade, porém tem consciência de que muitos são os descartes incorretos e que uma solução online seria de grande auxílio para o descarte destes resíduos para a grande maioria das respostas.

*Figura 3 – Gráfico A Figura 4 – Gráfico B*



*Figura 5 – Gráfico C*

# 3. REFERÊNCIAS

**Fundação Oswaldo Fiocruz (FIOCRUZ)**. OMS - Lixo eletrônico afeta a saúde de milhões de crianças - junho de 2021. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/noticias/2453-oms-lixo-eletronico-afeta-saude-de-milhoes-de-criancas>. Acessado em 15 de maio de 2022.

**ECycle**. Lixo eletrônico: O que é e como descartá-lo. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/lixo-eletronico/>. Acessado em 15 de maio de 2022.

**R7**. Conheça quais são os riscos do lixo eletrônico para a saúde. Disponível em: <https://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/conheca-quais-sao-os-riscos-do-lixo-eletronico-para-a-saude-13032018>. Acesso em: 17 de maio de 2022.

**VGR.** Como descartar lixo eletrônico para evitar impactos ambientais? Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/como-descartar-lixo-eletronico-para-evitar-impactos-ambientais/> Acesso em: 17 de maio de 2022.

**Organização das Nações Unidas (ONU).** E-waste reports. Disponível em <https://ewastemonitor.info/.> Acesso em 22 de maio de 2022.

**Organizações das Nações Unidas (ONU)**. 97% do lixo eletrônico não é descartado de forma sustentável na América Latina. Disponível em <https://news.un.org/pt/story/2022/01/1777952#:~:text=Lixo%20eletr%C3%B4nico%20%C3%A9%20um%20risco%20ambiental%20devido%20a%20subst%C3%A2ncias%20perigosas.&text=Ag%C3%AAncia%20da%20ONU%20acredita%20que,incluindo%20Argentina%2C%20Chile%20e%20Peru>. Acesso em 22 de maio de 2022.

**Green Eletron**. Resíduos Eletrônicos no Brasil – 2021. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/download/RELATORIO_DE_DADOS.pdf>. Acesso em 22 de maio de 2022.

SANTOS, C.A.F. A gestão de resíduos eletroeletrônicos e suas consequências para a sustentabilidada: um estudo de múltiplos casos na região metropolitana de Porto Alegre. Dissertação de Mestrado. UFRGS, Porto Alegre, 2012.

MySQL - Documentação. Disponível em <https://www.mysql.com/>. Acesso em 22 de maio de 2022.

**NEILPATEL - API** (Application Interface Programming): Entenda o que é. Disponível em: <https://neilpatel.com/br/blog/api-o-que-e/>. Acesso em 23 de maio de 2022.

**TECNOBLOG.** O que é PHP? (Guia para iniciantes). Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-php-guia-para-iniciantes/>. Acesso em 23 de maio de 2022.

**DEVMEDIA.** PHPUnit: Realizando teste Unitários. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/teste-unitario-com-phpunit/41231>. Acesso em 22 de outubro de 2022.

**MANDIC** – Cloud Computing. Disponível em: <https://www.mandic.com.br/cloud/>. Acesso em 23 de outubro de 2022.

**AWS** – O que é a computação em nuvem? Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is-cloud-computing/>. Acesso em 23 de outubro de 2022.

**FÁVERO, L.P. e BELFIORE, P.** Manual de Análise de Dados, 1. ed, LTC, Rio de Janeiro, 2022.

**FERREIRA, M.C.** Power BI 2019 – Aprenda de forma rápida, 1. ed, Erica, São Paulo, 2021.