



Congresso Internacional de Administração
ADM 2021

Administração Ágil
Inovação e Trabalho Remoto

25 a 27
de outubro

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

APLICATIVO PARA DISPOSITIVO MÓVEL COLABORATIVO PARA O DESCARTE DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA

APPLICATION FOR COLLABORATIVE MOBILE DEVICE FOR DISPOSAL OF COMPUTER EQUIPMENT

ÁREA TEMÁTICA: INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E EMPREENDEDORISMO

Fabio Fernando Kobs, UDESC, Brasil, fabio.kobs@udesc.br

Leonardo Hornig, UDESC, Brasil, leonardohornig321@gmail.com

Resumo

A desvinculação do desenvolvimento sustentável com o esgotamento dos recursos naturais não renováveis e o crescimento econômico, tornaram-se uma grande preocupação mundial nos últimos anos, o que tem levado as organizações bem como as sociedades civis a proporem medidas que tem como objetivo a preservação do planeta. Embora a área de Tecnologia da Informação (TI) tenha contribuído significativamente para a formação deste panorama, cada vez mais as organizações se mostram preocupadas com os impactos ambientais causados pela TI. Tal preocupação tem sido comumente tratada como TI Verde e pode ser entendido como o estudo e a prática de projetar, produzir, utilizar e descartar computadores, servidores bem como todos os demais equipamentos de informática de forma eficaz e eficiente. Nesse sentido, a partir da análise de conteúdo de aplicações semelhantes, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um aplicativo colaborativo para dispositivos móveis para o descarte de equipamentos de informática, possibilitando a conexão das pessoas interessadas ao descarte correto com as pessoas que queiram coletar estes materiais. O aplicativo, chamado GreenIT, funciona a partir de solicitações de coletas feitas por doadores e atendidas por coletores cadastrados e pode trazer assim, benefícios para ambas as partes e sobretudo para o meio ambiente.

Palavras-chave: TI Verde; Aplicações para Dispositivos Móveis; Tecnologia da Informação; Sustentabilidade.

Abstract

The untying of sustainable development with the depletion of non-renewable natural resources and economic growth has become a major global concern in recent years, which has led organizations as well as civil societies to propose measures aimed at preserving the planet. Although the Information Technology (IT) area has significantly contributed to the formation of this landscape, organizations are increasingly concerned about the environmental impacts caused by IT. Such concern has been commonly treated as Green IT and can be understood as the study and practice of designing, producing, using and disposing of computers, servers and all other IT equipment in an effective and efficient way. In this sense, from the content analysis of similar applications, the objective of this work is the development of a collaborative application for mobile devices for the disposal of computer equipment, enabling the connection of interested people to the correct disposal with people who want to collect these materials. The application, called GreenIT, works from collection requests made by donors and attended by registered collectors and can thus bring benefits to both parties and especially to the environment.

Keywords: IT Green; Applications for Mobile Devices; Information Technology; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas cada vez mais questões relacionadas a sustentabilidade ambiental têm ganhado ênfase tanto na pesquisa quanto na prática das organizações, como resultado do uso desmesurado dos recursos naturais e da importância da responsabilidade ambiental e social por parte das organizações (Dao, Langella & Carbo, 2011). A revolução tecnológica culminou na criação de um cenário de consumismo exacerbado, como não se tinha visto até então, cenário este que originou uma geração que se caracteriza pelo desperdício dos recursos naturais, consumismo exagerado e pela omissão das consequências causadas ao meio ambiente (Salles et al., 2013). O fato está em que as pessoas têm mais preocupação com o que a natureza tem a oferecer do que com os danos causados a ela (Lunardi, Frio & Brum, 2011).

Essas questões vem sendo pauta das organizações, sociedades civis e líderes políticos nos últimos anos a fim de discutir modelos e métodos que possam contribuir um tanto quanto na inibição da poluição bem como na definição de práticas sustentáveis tais como o descarte correto, reciclagem, etc. (Ozturk et al., 2011). Na área de Tecnologia da Informação (TI) isso não é diferente. O alto consumo de eletricidade (que contribui também para a emissão de gases), a quantidade de insumos não renováveis usada na produção dos equipamentos de TI, a rápida obsolescência e o descarte incorreto dos materiais deste ramo representam significativamente a crescente dos problemas ambientais (Ozturk et al., 2011). De acordo com Murugesan (2008), a área de TI tem participação significativa na crescente dos problemas ambientais enfrentados atualmente pela sociedade.

A sinalização destes problemas oriundos da TI, bem como a desvinculação do desenvolvimento sustentável aliado ao esgotamento dos recursos naturais vem fazendo com que as organizações estimulem mudanças nos valores ambientais e no desenvolvimento de novas tecnologias por meio da criação de produtos ecologicamente corretos, métodos de produção menos poluentes e estimulando o descarte consciente (Ko, Clark & Ko, 2011). Tal abrangência alia os recursos disponíveis com políticas de sustentabilidade e tem como nomenclatura Green IT ou TI Verde, que, de acordo com Murugesan (2008) pode ser entendido como o estudo e a prática de projetar, produzir, utilizar e descartar materiais oriundos de TI de forma eficiente e eficaz, com o mínimo ou nenhum impacto ao meio ambiente.

Adotar TI Verde tornou-se um diferencial, uma estratégia de competitividade entre as fabricantes de equipamentos para informática aliando qualidade do produto à preservação ambiental. Contudo, a promoção da TI verde não se dá só por meio das organizações. É necessário que todas as partes envolvidas durante o ciclo de vida do produto estejam em conformidade com o meio ambiente, fazendo-se necessário inclusive, a conscientização dos usuários finais destes equipamentos por meio iniciativas que busquem conscientizar sobre os problemas oriundos do descarte incorreto de equipamentos de informática, visando, para tal, reduzir sua ocorrência através de iniciativas acessíveis a esse nicho.

Uma pesquisa feita pela TIC Domicílios (2018) mostra que 67% dos lares brasileiros possui acesso à internet e que 93% dos lares possui telefone celular. Outro estudo feito pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (2019), aponta que a quantidade de dispositivos móveis no Brasil já chega a 234 milhões, sendo eles distribuídos em sua maioria entre os sistemas operacionais Android e iOS.

Considerando o consumismo desenfreado, o crescimento do acesso à internet por parte dos brasileiros através de dispositivos móveis e a importância do descarte consciente de equipamentos de TI, este trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma aplicação móvel colaborativa voltado a pessoas interessadas em fazer o descarte correto de equipamentos de informática. A proposta do aplicativo busca, além de promover o descarte correto de

equipamentos de TI, o de facilitar o trabalho dos coletores destes materiais, possibilitando-lhes agendarem coletas em lugares específicos. Para o atingimento do objetivo principal, elenca-se os seguintes objetivos específicos:

- Compreender os termos e as necessidades da coleta de materiais de TI;
- Analisar aplicativos similares para encontrar possíveis soluções; e
- Modelar e desenvolver a aplicação móvel.

De acordo com Elkington (2001) a sustentabilidade está associada aos aspectos ambiental, econômico e social das organizações. Assim, como em outras áreas, sustentabilidade em TI é imprescindível. Isso pode ser visto de duas óticas diferentes: uma ligada a partir de cada estágio do ciclo de vida destes produtos – da manufatura ao uso e à sua alienação -, que podem causar danos ambientais; e a outra, onde é utilizada para combater o impacto ambiental por meio de análises e monitoramento (Elliot & Binney, 2008).

Todo descarte inadequado de lixo, independentemente de sua natureza prejudica ao meio ambiente aumentando a poluição e dando margem para a contaminação do solo e das águas. Contudo, com equipamentos de TI obsoletos esse problema pode ser ainda maior, uma vez que estes equipamentos são compostos por substâncias tóxicas como chumbo e mercúrio. Tais substâncias podem causar sérios problemas ao meio ambiente e a saúde pública (Silva, 2009).

O desenfreado uso e o consumo de equipamentos de TI vêm fazendo com que a sociedade em geral tome consciência da importância do descarte correto destes materiais, devido aos grandes potenciais poluidores que os mesmos dispõem. Essa prática pode ser usualmente denominada TI Verde e consiste na aplicação de medidas que promovem a consonância entre Tecnologia da Informação e Sustentabilidade. Essa contribuição sustentável, vai desde a utilização dos recursos no processo de fabricação dos materiais, até o descarte correto após sua vida útil. Contudo, nesta última parte do processo se faz notória a dificuldade por parte dos usuários finais descartarem equipamentos de TI por falta de acessibilidade.

A grande expansão do uso de dispositivos móveis atrelado a sua praticidade tem sido a solução para alguns problemas sendo possível resolver a maioria apenas com o uso do dispositivo móvel. Nesse sentido, observou-se a oportunidade de desenvolver um aplicativo móvel colaborativo para o descarte consciente de materiais de TI.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta o referencial teórico que fundamenta os elementos-chaves deste trabalho, que tem como foco a criação de uma aplicação móvel colaborativa para a promoção da TI Verde. Como a aplicação será para dispositivos móveis, o referencial teórico irá tratar sobre os conceitos vinculados a esse tipo de aplicação bem como sobre TI Verde.

2.1 TI Verde

A crescente tecnológica vinculada com suas necessidades diárias tanto nas organizações quanto no dia a dia das pessoas serve como suporte ao trabalho e aos momentos de entretenimento. Hoje, tais dispositivos como computadores, *smartphones* e *tablets* são essenciais para a manipulação de informações de forma rápida e eficiente.

Segundo Medeiros (2014) a área de TI está crescendo constantemente. Tal crescimento faz gerar uma reflexão acerca da rápida obsolescência e o destino desses equipamentos após sua vida útil. Neste contexto surge a ideia de TI Verde cujo propósito é abordar os impactos causados por tais equipamentos ao meio ambiente, buscando soluções para esse problema.

Nesse sentido, o conceito GreenIT ou TI Verde pode ser entendido como:

O estudo e a prática de projetar, produzir, utilizar e descartar computadores, servidores e subsistemas associados – tais como monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento e sistemas de rede e comunicação – de forma eficiente e eficaz, com o mínimo ou nenhum impacto ao meio ambiente (Murugesan, 2008, p. 25, tradução nossa).

Segundo Molla et al. (2008) para se definir TI Verde é necessário considerar quatro elementos: 1) o direcionamento aos desafios em torno da infraestrutura de TI; 2) as contribuições da TI para a redução de seus próprios impactos; 3) o amplo aparato de suporte da TI a negócios sustentáveis; e 4) o fundamental papel da TI na economia de baixa emissão de gases. Assim, para estudar compreensivamente TI Verde é necessário considerar o gerenciamento do consumo de energia, as práticas de manufatura, operações de *datacenters* e seus respectivos projetos, o descarte de equipamentos de TI e a reciclagem, os assuntos de custos e propriedade, o desempenho dos sistemas e o uso de sistemas eficientes, e as práticas ambientais, éticas e sociais relacionadas à aquisição, uso e descarte da TI (Brooks, Wang & Sarker, 2010).

De modo geral TI Verde visa buscar o crescimento econômico sem que haja impactos ambientais oriundos de atividades ligadas à TI.

2.2 Dispositivos Móveis e Android

A utilização de *smartphones* no Brasil tornou-se algo rotineiro no dia a dia das organizações e das pessoas. De acordo com a Fundação Getúlio Vargas (FGV-SP, 2019), o número de *smartphones* ativos no Brasil chega a 234 milhões.

Para Barros (2011) *smartphone* é um “telefone inteligente”, pois conta com diversos recursos, muitas vezes mais avançados do que um computador. São a evolução dos antigos aparelhos celulares com os mais diversos tipos de funções que se pode imaginar. Barros (2011) ainda afirma que os *smartphones* atuais são considerados a junção das tecnologias dos celulares com a dos computadores.

Considerando experiência dos autores, o aplicativo será desenvolvido para a plataforma Android, esta utilizada amplamente nos *smartphones*.

Nesse sentido, o Android é um Sistema Operacional (SO) criado por Andy Rubin, Nick Sears e Rico Miner em 2003, que inicialmente fundaram a empresa Android Inc. Este sistema tem como base o *kernel* do Linux e seu objetivo inicial era a criação de dispositivos móveis mais inteligentes. Em 2005 a Android Inc foi comprada pela Google (Hammerschmidt, 2015).

Para o desenvolvimento de aplicações que contemplam o SO Android, a Google disponibiliza um kit de ferramentas denominado Android Software Development Kit (SDK). Segundo Ogliari e Brito (2014), a infraestrutura do Android é composta por uma pilha que inclui um sistema operacional Linux, um conjunto de bibliotecas, uma API (Application Programming Interface) chamada Android Runtime, aplicações nativas do Android e aplicações diversas.

2.3 Aplicações Móveis

Uma aplicação móvel (*app*) é um *software* desenvolvido para operar em um dispositivo móvel tal como celular e *smartphone*. Esta pode ser instalada no dispositivo ou descarregada de lojas online tais como Google Play, no caso do sistema operacional Android, na Apple Store para sistema operacional iOS, e na Windows Phone Store para o sistema operacional Windows (IBM Knowledge Center, 2020). As aplicações móveis podem ser divididas em 3 categorias, sendo

elas aplicações nativas, híbridas ou web *app*. O Quadro 1 apresenta as categorias e suas peculiaridades.

TIPOLOGIA	DEFINIÇÃO
Aplicações Nativas	São aplicações instaladas por meio de lojas, como a Google Play. Seu desenvolvimento é específico para determinado sistema operacional. É capaz de aproveitar todos os recursos de <i>hardware</i> e <i>software</i> do dispositivo
Aplicações Híbridas	Aplicações parcialmente Web Apps e parcialmente nativas. Permitem o desenvolvimento multiplataforma, podem aproveitar todos os recursos do dispositivo, podem ser baseados em HTML5 e exibidos em um navegador presente no dispositivo.
Aplicações Web App	Aplicações que são acessadas com o uso de navegadores desenvolvidas usando HTML5. Não requer a instalação da aplicação no dispositivo. Seu acesso é dado pela Uniform Resource Locator (URL). Contudo, recursos de <i>hardware</i> não são acessíveis.

Quadro 1 - Comparativo entre os tipos de Aplicações Móveis

2.4 Aplicações Correlatas

Com o foco em coleta de materiais para análise do conteúdo de aplicações similares, a aplicação Cataki (2018) faz parte do projeto Pimp Carroça e foi desenvolvida com o intuito de conectar pessoas com consciência ambiental a catadores de materiais recicláveis em tempo real. Ele mapeia áreas de atuação e suporta contato do usuário com catadores o mais próximo possível de sua localização. Pela aplicação se pode saber qual material o catador recolhe, biografia, foto de perfil e telefone de contato (Cataki, 2018). Este projeto teve reconhecimento internacional e recebeu o prêmio de inovação parisiense Netexplo em 2018.

Outro aplicativo com o foco em reciclagem é o desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, o Descarte.me. Ele é capaz de criar rotas de reciclagem dentro da cidade e seus respectivos horários (Prefeitura de Juiz de Fora, 2018). Nele é possível acessar um mapa interativo o qual apresenta a malha rodoviária do município e estima quando o caminhão coletor de materiais vai passar em cada ponto de coleta.

Ainda com foco em reciclagem de materiais se denota o Rota da Reciclagem que é uma ação da Tetra Park a favor da reciclagem e do meio ambiente. Ele é denominado pela Google como movimento de sustentabilidade (Google Play, 2018). O Rota da Reciclagem apresenta de forma didática como qualquer interessado pode fazer parte do processo de reciclagem, desde a separação até a entrega. Informa também onde estão localizadas as cooperativas de catadores para a entrega de materiais recicláveis e os pontos de entrega voluntária (PEV).

As duas últimas aplicações citadas foram as que serviram como exemplo modelo para o planejamento do projeto GreenIT. Elas reforçaram a necessidade de um sistema de contato direto entre coletores e pessoas interessadas no descarte correto apenas de materiais de TI, levando como bandeira a preservação do meio ambiente através da promoção da TI Verde. O Quadro 2 apresenta as principais características ou funcionalidades dos exemplos, como também, as características do aplicativo GreenIT.

O Quadro 2 ressalta as semelhanças e as diferenças entre as tecnologias pesquisadas e a aplicação GreenIT. Pode-se notar que por tratar-se de uma iniciativa municipal da Prefeitura de Juiz de Fora, o Descarte.me não pode ser expandido a nível nacional, enquanto os outros, Cataki e Rota da Reciclagem, já operam nas mais variadas áreas do território nacional. O Quadro 2 também evidencia a similaridade entre o sistema GreenIT com o aplicativo Cataki, visto que os dois disponibilizam informações sobre os catadores. Estes se mostram diferentes em relação as aplicações Descarte.me e Rota da Reciclagem, os quais não disponibilizam informações sobre catadores, mas sim de locais e horários onde os materiais recicláveis podem ser depositados.

CARACTERÍSTICAS	DESCARTE.ME	ROTA DA RECICLAGEM	CATAKI	GREENIT
Orientado a Solicitações	Não	Não	Não	Sim
Facilitar o processo de reciclagem	Sim	Sim	Sim	Sim
Dispõe de pontos e horários de coleta	Sim	Sim	Não	Não
Possível expansão em território nacional	Não	Sim	Sim	Sim
Dispõe de informações sobre o catador	Não	Não	Sim	Sim

Quadro 2 - Comparação das características do GreenIT com as tecnologias pesquisadas

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente o presente artigo foi classificado como pesquisa aplicada, onde tem-se a finalidade de possivelmente resolver um problema real da sociedade, que neste caso é o descarte consciente de materiais de TI. A técnica aplicada para fundamentar o trabalho foi a análise de conteúdo a partir de aplicações semelhantes.

Após a busca por materiais e aplicações correlatas úteis à implementação do software, iniciou-se o levantamento de requisitos a fim de pautar as principais funcionalidades do sistema. Para tal, utilizou-se a prototipação com o intuito de entender melhor o real funcionamento da aplicação. Definiu-se como plataforma da aplicação, o sistema operacional Android, visto que este, segundo a Statcounter (2020), é o mais usado no mundo. A aplicação também foi pensada para utilizar alguns recursos do sistema operacional, bem como dos próprios dispositivos móveis, tais como serviços de notificações e a possibilidade da implementação de um serviço geolocalizador.

Levando em conta os tipos de aplicações possíveis de serem desenvolvidas, optou-se pelo desenvolvimento de uma aplicação que se classifica como uma aplicação híbrida, no que trata parcialmente de Web Apps e parcialmente nativos. Esta escolha levou em conta a possibilidade de expansão da aplicação para outras plataformas, bem como a familiaridade de se trabalhar com HTML5 e CSS3. Além disso, para o desenvolvimento da aplicação usou-se a JDK (versão 10). O Java Development Kit é um ambiente de desenvolvimento para criação de aplicativos, applets e componentes, utiliza a linguagem de programação Java e é disponibilizado para o desenvolvimento padrão de aplicações Android. A escolha pela linguagem Java levou em conta fatores como o grande número de frameworks disponíveis, sua consolidação no mercado, sua portabilidade, bem como a grande comunidade ativa de desenvolvedores.

A aplicação móvel conta com páginas desenvolvidas utilizando a linguagem de marcação HTML5 estilizadas com folhas de estilo utilizando CSS3. Também se usou a biblioteca *bootstrap* com o intuito de facilitar a responsividade do design das páginas. A linguagem de programação voltada para a web Javascript foi utilizada para fazer a parte de *front-end* do sistema. Sua principal característica é melhorar a interação entre o sistema e o usuário e possibilidade de ser usada tanto no *front-end*, como no *back-end*. As funções *back-end* de login, bem como as conexões com o banco também foram feitas utilizando esta linguagem. A escolha desta linguagem de programação foi fomentada pela familiaridade e também pelo suporte oferecido por instituições como a W3Schools. Por fim, na aplicação híbrida desenvolvida em Java utilizou-se um componente chamado *webview* para abrigar todo o conteúdo.

Com relação a modelagem do sistema, inicialmente fez-se um diagrama de casos de uso para assim compreender as funcionalidades do sistema e levantar alguns requisitos funcionais. Na parte de Banco de Dados (BD), desenvolveu-se um Diagrama de Entidade e Relacionamento

(DER) para modelar o banco a partir das relações entre as entidades que representam os atores do sistema listados no diagrama de caso de uso e outras entidades, que não tem funções ativas no sistema. Pensando na complexidade do processo de coleta de lixo eletrônico, também se desenvolveu um diagrama de atividades com o objetivo de melhorar a visualização desta parte do sistema. Com esses diagramas foi possível implementar o sistema com maior facilidade e confiabilidade.

Para a implementação de funções de servidor, utilizou-se a plataforma Firebase. Optou-se por esta plataforma devido a ela suportar tanto aplicações Android nativas, como aplicações híbridas e aplicações web. Ela disponibiliza também um BD NoSQL (banco de dados não relacional) multiplataforma que tem melhor compatibilidade com aplicações móveis se comparado com outros tipos de armazenamento de dados.

O ambiente de desenvolvimento utilizado (IDE) para a construção da aplicação Java foi o Android Studio que é um ambiente de desenvolvimento de aplicações para o sistema operacional Android. Ele conta com diversos componentes que dão suporte ao desenvolvimento de aplicativos, tanto para *smarthphones* e *tablets*, quanto para Android Wear e outras plataformas. O Android Studio conta com recursos avançados para a compilação, codificação e execução de aplicações móveis. Também se utilizou o Visual Studio Code que é um editor de código fonte disponibilizado pela Microsoft para o desenvolvimento da parte web utilizando HTML5, CSS3 e Javascript. Quanto a parte de modelagem do sistema, utilizou-se o *software* Astah, que é uma ferramenta de modelagem UML (Linguagem de modelagem unificada), a qual oferece uma versão gratuita para estudantes.

A fim de promover o versionamento de código bem como a produtividade, utilizou-se o Git (versão 2.24.0) e o Github. O Git é um *software* que promove o controle de versões da aplicação. Suas principais características são integridade, velocidade e suporte a fluxos de trabalho distribuídos. Já o GitHub, por sua vez, é um sistema online para hospedagem de repositórios Git. Tal prática é muito usada por desenvolvedores que pretendem dispor o código fonte de seus projetos na internet.

Por fim, desenvolveu-se a aplicação em um *notebook* pessoal, com as seguintes configurações de *hardware* e *software*:

- Processador: Intel Core i7;
- Tipo de Sistema Operacional: 64 bits;
- Memória RAM: 16 GB; e
- Sistema Operacional: Microsoft Windows 10 *home*.

4. DESENVOLVIMENTO

A modelagem do sistema se inicia com o diagrama de caso de uso representado pela Figura 1, o qual apresenta os dois tipos de usuário do sistema: coletores e doadores de equipamentos de TI. São eles quem interagem entre si através da aplicação móvel para combinar os parâmetros da coleta dos equipamentos de TI, tais como endereço e horário. Além disso, para se fazer qualquer operação dentro da aplicação ou executar qualquer função, é necessário que o usuário esteja logado.

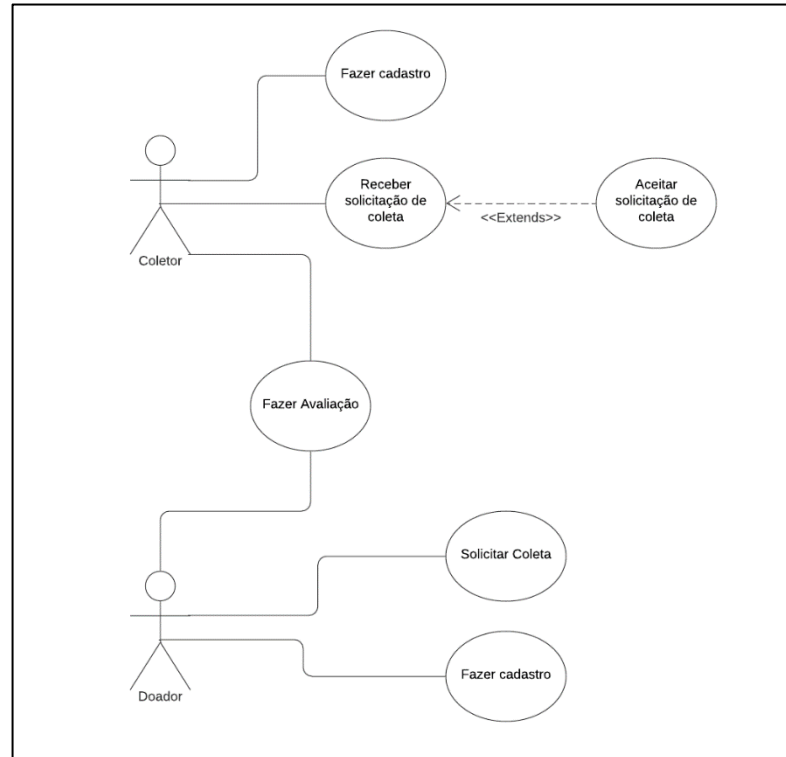


Figura 1 - Diagrama de caso de uso do sistema GreenIT

Os coletores de equipamentos de TI são atores do sistema que interagem fisicamente com os doadores, e por isso faz-se necessário garantir a segurança dos usuários. Assim, o cadastro dos doadores suporta a visualização detalhada do cadastro do coletor para que os doadores possam identificar de forma segura o coletor com quem está interagindo. A função dos coletores é receber as solicitações de coleta oriundas do sistema e efetuá-las de acordo com o local e o intervalo de horário preestabelecidos pelos doadores.

Já os doadores são os atores que desempenham o principal papel dentro do sistema, solicitam a coleta de equipamentos de TI e possivelmente serão o maior número de usuários cadastrados no sistema. Além de solicitar coletas de equipamentos de TI, os doadores são capazes de avaliar os coletores após o fim da coleta, com o objetivo de criar um ranqueamento entre os coletores. Tanto os coletores quanto os doadores de equipamentos de TI fazem seus próprios cadastros inserindo seus respectivos dados pessoais.

Para desenvolver a modelagem do banco de dados do sistema GreenIT, utilizou-se o diagrama de entidade relacionamento (DER). Este, por sua vez foi feito com base no diagrama de caso de uso da Figura 1. Os atores do sistema, doadores e coletores, assumem uma entidade especializada da entidade usuário. Os endereços onde são realizadas as coletas, são representados por uma entidade que se relaciona com a entidade doador. A entidade equipamentos de TI, representa o material a ser coletado e tem ligação com o coletor e com a coleta solicitada pelo doador. As ocorrências de coleta são armazenadas na entidade coleta que interage com as entidades coletor, doador, endereço, e equipamentos de TI. Os relacionamentos para exportação das chaves estrangeiras ocorrem em 0 : n, 1 : n ou n : n e as tradicionais tabelas são substituídas por objetos JSON na plataforma Firebase.

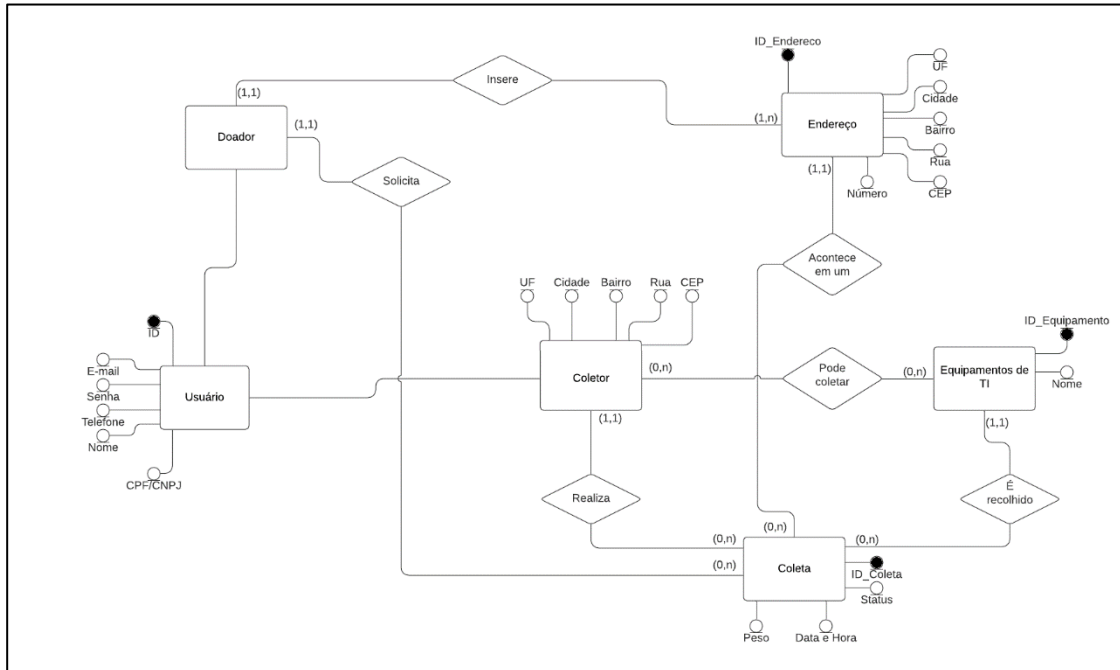


Figura 2 - Diagrama de entidade e relacionamento da aplicação GreenIT

Tanto os doadores quanto os coletores se cadastram no sistema através da aplicação móvel de forma autônoma. Para fazer o cadastro é necessário fornecer um e-mail válido, nome, telefone, criar uma senha de acesso e por fim selecionar o tipo de usuário que deseja fazer uso da aplicação móvel: doador ou coletor. Caso seja selecionado o tipo de usuário coletor, este inicialmente também precisa inserir seu respectivo cadastro de pessoa física ou jurídica (CPF ou CNPJ) e cadastrar no mínimo um endereço. A manutenção dessas informações se dá por conta do usuário através da aplicação móvel.

Na tela inicial da aplicação móvel, há uma área para login de usuários já cadastrados, bem como um *hyperlink* que direciona os interessados a uma página de cadastro.

Após o login os doadores podem solicitar uma nova coleta passando o endereço, descrição e o peso do equipamento de TI a ser recolhido, bem como a data e o intervalo de horário em que a coleta deve ocorrer. Quando acrescentados esses dados, a coleta é confirmada e armazenada no banco de dados. Dentro de cada coleta há uma *flag* de controle de status, a qual controla o estado da coleta. Quando uma nova coleta é cadastrada no sistema por um doador, esta recebe o status de “pendente”. Esse status é mantido até que o sistema localize um coletor disponível para realizar tal coleta. Essa localização se dá através da filtragem pela proximidade, o sistema sempre busca o coletor mais próximo. Finalizada a filtragem, o coletor mais próximo é notificado sobre a possibilidade de uma coleta a ser realizada. Este, por sua vez poderá ou não aceitar a coleta. Caso ele rejeite a solicitação, o sistema volta a fazer o processo de localização de coletores e este coletor será considerado inapto a esta coleta. Caso ele aceite a solicitação de coleta, o status é atualizado para “iniciado” e o doador é notificado sobre a confirmação da coleta. Se durante a busca por coletores não forem encontrados nenhum apto a fazer a coleta, a solicitação por sua vez recebe o status de “abortada” e o doador recebe a notificação sobre a impossibilidade de realizar a coleta naquela oportunidade. Após a finalização da coleta, o coletor é responsável por finalizar a coleta no sistema a qual recebe o status no sistema de “finalizada”. Além disso, o doador é notificado sobre a finalização da coleta e este deve avaliar o coletor com uma nota de 0 a 5, sendo zero para muito insatisfeito e 5 para muito satisfeito. O diagrama de atividades apresentado na Figura 3 ilustra o processo de coleta de materiais de TI.

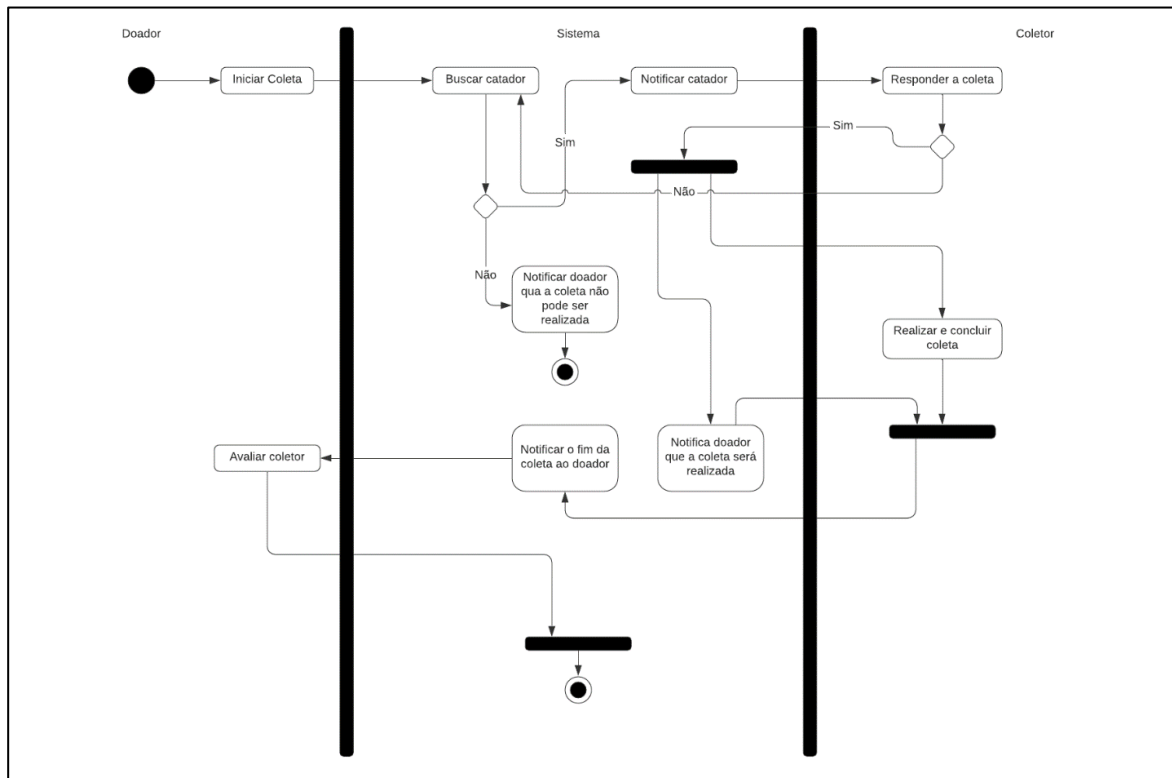


Figura 3 - Diagrama de atividades do sistema GreenIT

As solicitações de coleta feitas pelos doadores bem como os dados que se referem a coleta, ficam armazenadas em um histórico onde o usuário pode consultar. Para os coletores também é disponibilizado um histórico com as coletas e seus respectivos dados, como endereço, intervalo de horário, doador e *status*. Tal recurso traz segurança aos que participaram do processo e informação para solicitações futuras.

O aplicativo é apresentado juntamente com os resultados no capítulo a seguir.

5. APLICATIVO

Após o desenvolvimento da aplicação móvel, o sistema passou por uma etapa de testes internos realizados pelo desenvolvedor. Tal etapa culminou na detecção de *bugs* e contribuiu com melhorias no sistema. A parte de *login* conta com módulo personalizado disponibilizado pela plataforma Firebase para o controle de acesso dos doadores e coletores. A Figura 4 apresenta a tela de *login* onde o usuário cadastrado pode informar o e-mail no campo usuário, e a senha criada na hora do cadastro para obter acesso a aplicação móvel. Esta sempre será a primeira interface na qual o usuário terá contato.



Figura 4 - Tela de *login*

A tela de *login* para usuários, representado na Figura 4 também dispõe da opção de cadastro para usuários que ainda não são cadastrados na aplicação móvel. Para ter acesso a tela de cadastro, basta que o usuário clique na opção “cadastre-se agora”.

A Figura 5 apresenta a tela de cadastro de novos usuários, tanto para coletores quanto para doadores. Nesta tela o usuário que deseja fazer uso da aplicação móvel e que ainda não possui cadastro, poderá se cadastrar informando alguns dados, tais como: nome, e-mail válido, telefone, e criar uma senha para acessos posteriores. Por fim, o usuário deverá marcar uma das opções de tipos de usuário ao qual se enquadra e deseja fazer uso da aplicação móvel, coletor ou doador. Após, faz-se necessário que o usuário clique no botão “cadastrar” para efetivar o cadastro.

Caso o usuário marque a opção coletor, também será requisitado seu respectivo cadastro de pessoa física (CPF) ou cadastro de pessoa jurídica (CNPJ), além de um endereço para concluir o cadastro. Todos os dados requeridos ao usuário para a efetivação do cadastro são de caráter obrigatório, ou seja, caso o usuário não informe algum dos dados no momento do cadastro, a aplicação retornará um erro e não efetivará o mesmo.

Na aplicação móvel, após o *login* do usuário, são disponibilizadas duas telas, variando de acordo com o tipo de usuário: coletor ou doador.

A Figura 6 mostra a interface da tela inicial apresentada ao doador logado que também é a tela onde o mesmo faz a solicitação de uma nova coleta. Caso o doador queira solicitar uma coleta, o mesmo deverá informar alguns dados, tais como: descrição do material a ser coletado, endereço onde deve ocorrer a coleta, peso aproximado do material a ser coletado, assim como a data e o intervalo de horário disponível para a coleta. Após o preenchimento dos dados, o doador clica no botão “Solicitar Coleta” para efetivar a solicitação. Neste caso, todos os dados também são de caráter obrigatório.

GreenIT

CADASTRO

Nome

E-mail

Telefone

Senha

Doador
 Coletor

Cadastrar

Figura 5 – Cadastro de usuários

GreenIT

SOLICITAR COLETA

Descrição do Material

Endereço

Cidade

Bairro

CEP

UF

Bairro

CEP

UF

Bairro

CEP

UF

Peso (Kg)

Data da Coleta

Melhor Horário

Solicitar Coleta

Figura 6 - Tela inicial para doadores logados

Já para os coletores, após o *login* é apresentada uma tela similar à Figura 6.

Para ambos os tipos de usuários é na primeira tela que são disparadas as notificações referentes a coleta.

A Figura 7 apresenta o histórico de coletas por ordem decrescente de solicitação.



Figura 7 - Tela inicial para coletores logados

O histórico para os doadores é apresentado em uma tela a parte, conforme mostrado na Figura 8. Para ambos os tipos de usuário da aplicação o histórico de coleta segue o mesmo padrão no qual apresenta um resumo da coleta.

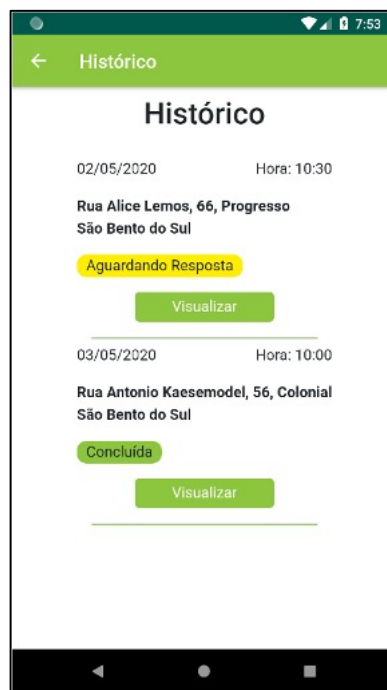


Figura 8 - Histórico de coletas para doadores

Ao clicar sobre uma coleta, tem-se uma visão mais detalhada sobre a mesma, contendo as informações referentes a coleta, a recordar: descrição do equipamento da coleta, peso aproximado, data e intervalo de horário que a coleta deve ocorrer ou ocorreu, endereço da coleta, nome do coletor responsável pela coleta, assim como o *status* atualizado da coleta. A Figura 9 apresenta a mencionada tela detalhada da coleta disponível aos coletores.



Figura 9 - Visão detalhada de uma coleta para coletores

Ainda, conforme se pode verificar na Figura 10, a tela de visualização detalhada apresentada aos doadores contém as opções para visualização do perfil do coletor, além da opção para avaliar a coleta, que só é disponibilizada após o coletor encerrar a mesma.



Figura 10 - Visão detalhada de uma coleta apresentada aos doadores

CONCLUSÃO

O presente artigo apresentou uma aplicação móvel, que se considera relevante e importante para a promoção da TI Verde e a prática do descarte consciente de materiais de TI, que pode trazer benefícios tanto para os usuários, bem como para o meio ambiente, propósito principal da aplicação.

Os objetivos foram alcançados, porém, com a pandemia (COVID-19) não foi possível realizar a etapa de levantamento de campo, para validação da aplicação móvel. Contudo, a aplicação encontra-se pronta e funcionando. Sendo assim, pretende-se dar continuidade aos trabalhos a fim de disponibilizar a aplicação móvel à comunidade e acompanhar o seu desempenho, bem como a evolução das tecnologias empregadas no desenvolvimento da aplicação.

Outra limitante para a execução de uma etapa de campo com usuários foi a necessidade de disponibilizar a aplicação móvel na loja oficial do sistema Android (Play Store), para que os usuários pudessem instalar e fazer uso. Devido a possibilidade de adquirir vírus e *malwares*, alguns usuários provavelmente se recusariam a instalar uma aplicação por meio de um instalador não oriundo da loja oficial. O próprio sistema operacional Android não recomenda fazer isso.

O projeto GreenIT caracterizou-se como importante e relevante para o direcionamento de materiais de TI a serem descartados e na disseminação da ideia de colaboração entre os usuários, sejam estes cidadãos, empresas, escolas ou universidades.

A aplicação GreenIT, que também almeja promover a conexão entre doadores de materiais de TI e coletores, estes interessados em promover a TI Verde, facilitando o descarte correto de materiais de TI, e proporcionando sobretudo uma cultura de sustentabilidade.

Além disso, sugere-se para pesquisas futuras, a elaboração de uma etapa de campo a fim de validar a aplicação móvel, como também a expansão da compatibilidade da aplicação móvel GreenIT com novas plataformas, como por exemplo o sistema operacional da Apple (o iOS), a fim de disponibilizar a aplicação móvel para um número maior de usuários. Também, pode-se implementar a função de geolocalização utilizando a API do Google Maps a fim de melhorar esta função. Ainda, se sugere a criação e a implementação de um *chat* dentro do GreenIT, onde os doadores e coletores possam estar trocando informações sobre a coleta.

REFERÊNCIAS

- Barros, T. (2011). *O que é smarthphone e para que serve?* Techtudo. Recuperado de <http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2011/12/o-que-e-smartphone-e-para-que-serve.html>.
- Brooks, S., Wang, X. & Sarker, S. (2010). Unpacking Green IT: a review of the existing literature. *16th Americas Conference on Information Systems*, AMCIS 2010, Lima, Peru.
- Dao, V., Langella, I. & Carbo, J. (2011). From green to sustainability: information technology and an integrated sustainability framework. *Journal of Strategic Information System*.
- Elkington, J. (2001). *Canibais com garfo e faca*. São Paulo: Makroon Books.
- Elliot, S. & Binney, D. (2008). Environmentally sustainable ICT: developing corporate capabilities and na industry relevant IS research agenda. *Proceedings of the Pacific Asia Conference Information Systems (PACIS)*, Suzhou, China.
- FGV-SP. (2019). Pesquisa anual do uso de TI. *Fundação Getúlio Vargas*: São Paulo. Recuperado de <https://caesp.fgv.br/producao-intelectual/pesquisa-anual-uso-ti>.
- Google Play. (2018). *Seja sustentável e celebre a natureza com estes 5 apps*. Recuperado de https://play.google.com/store/apps/topic?id=editorial_environment_apps_br&hl=pt.
- Hammerschmidt, R. (2015). *Linha do tempo: por dentro da evolução do Android*. TecMundo. Recuperado de <https://www.tecmundo.com.br/android/82344-linhatempo-dentro-evolucao-do-sistema-android.htm>.

- Ibm Knowledge Center. (2020). *Tipos de aplicativos móveis*. Recuperado de https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ptbr/SS8H2S/com.ibm.mc.doc/dev_source/references/dev_about_app_types.htm.
- Ko, M., Clark, J. & Ko, D. (2011). Investigating the impact of “green” information technology innovators on firm performance. *Journal of Information Technology Management*, 22(2), 1-12.
- Lunardi, G. L., Frio, R. S. & Brum, M. M. (2011). Tecnologia da informação e sustentabilidade: levantamento das principais práticas verdes aplicadas à área de tecnologia. *Revista Interinstitucional de Psicologia*, [S. l.], 159-172.
- Medeiros, J. (2014). *Tecnologia da Informação Verde (TI Verde), uma abordagem sobre a educação ambiental e a sustentabilidade na educação profissional e tecnológica*. (Dissertação de mestrado, Universidade da Região de Joinville, Joinville. Recuperado de https://www.univille.edu.br/community/mestrado_ed/VirtualDisk.html?action=readFile&file=Dissertacao_-_TI_Verde_um_olhar_sobre_a_EA_e_a_Sustentabilidade_na_Educacao_Profissional_e_Tecn.pdf¤t=/Dissertacoes_2014.
- Molla, A. et al. (2008). E-readiness to G-readiness: Developing a green information technology readiness framework. *19th Australasian Conference on Information Systems Proceedings*.
- Murugesan, S. (2008). Harnessing green IT: Principles and practices. *IT professional*, v. 10, n. 1, 24-33.
- Ogliari, R. S. & Brito, R. C. (2014). *Android - do básico ao avançado*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda.
- Ozturk, A., Umit, K., Medeni, I. T., Ucuncu, B., Caylan, M., Akba, F. & Medeni, T. (2011). Green ICT (information and communication technologies): a review of academic and practitioner perspectives. *International Journal of eBusiness and eGovernment Stories*, 3(1), 1-16.
- Cataki. (2018). *Reciclar nunca foi tão fácil*. Recuperado de <http://www.cataki.org/>.
- Prefeitura de Juiz de Fora. (2018). *Coleta urbana*. Recuperado de <http://www.demlurb.pjf.mg.gov.br/webapp/index.html>.
- Salles, A., Alves, A. P. F., Dolci, D. & Lunardi, G. (2013). Adoção de práticas de TI Verde nas organizações: um estudo baseado em minicase. *Anais do Encontro de Administração da Informação (Enadi)*, Bento Gonçalves.
- Silva, T. (2009). *TI Verde - um estudo de aplicações e impactos*. (Monografia de conclusão de curso de Tecnólogo em Informática para Gestão de Negócios, Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo).
- Statcounter. (2020). *Operating System Market Share Worldwide*. Recuperado de <https://gs.statcounter.com/os-market-share>.
- TIC Domicílios. (2018). *Domicílios com acesso a internet*. Recuperado de <https://cetic.br/tics/domicilios/2018/domicilios/A4/>.