

Aplicação web para Gerenciamento de Resíduos Sólidos Recicláveis

Maria Vitória R. Oliveira¹, José Ítado da C. Silva¹, Romário da C. Silva¹,
Luciano A. Teran¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal do Pará (UFPA)
68746-630 – Castanhal – PA – Brazil

{engvitoriarodrigues,jitalocsilva,eng.romariosilva,2011luciano2011}@gmail.com

Abstract. *The accumulation of garbage is a serious problem for the health of the population and the environment. In this way, the present work aims to verify the difficulties and needs of the subjects that are included in the recycling process, to develop a web application that promotes environmental education and allows the proper disposal of recyclable waste. From the results it was found that many people do not have the time to take the recyclable material to a recycling cooperative or they do not know the alternatives for disposal of the recyclable waste. In this sense, a web platform has been developed using the DAO and MVC standards, in which users can make and fulfill offers or requests for recyclable materials.*

Resumo. *O acúmulo de lixo é um grave problema para a saúde da população e o meio ambiente. Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo verificar as dificuldades e necessidades dos sujeitos que estão incluídos no processo da reciclagem, para desenvolver uma aplicação web que promova a educação ambiental e possibilite o descarte adequado dos resíduos recicláveis. A partir dos resultados, verificou-se que muitas pessoas não dispõem de tempo para levar o material até uma cooperativa de reciclagem ou não conhecem as alternativas para disposição dos resíduos recicláveis. Nesse sentido, desenvolveu-se uma plataforma web utilizando os padrões DAO e MVC, na qual os usuários podem realizar e atender ofertas ou pedidos de materiais recicláveis.*

1. Introdução

No Brasil, com o desenvolvimento do setor industrial no século XX, o acúmulo de lixo tornou-se um grave problema à saúde da população e ao meio ambiente. Isso se deve ao fato de que muitos municípios não fazem a destinação adequada dos resíduos sólidos recicláveis, despejando-os de forma irregular na natureza [IPEA 2012]. Em vista disso, no ano de 2017, foram gerados 214.868 toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) por dia, sendo que mais de 40% desse montante coletado foi direcionado para lixões ou aterros controlados, os quais diferentemente dos aterros sanitários, não impedem a contaminação do solo e são uma alternativa extremamente danosa ao meio ambiente. Na região Norte, 65,3% do lixo coletado, que corresponde a 8.295 toneladas diárias de RSU, tiveram destinação inadequada [Abrelpe 2018].

Pensando nisso, formulou-se a hipótese de que a ausência de comunicação entre indústrias, catadores, artesãos, cooperativas e os demais sujeitos envolvidos no processo da coleta seletiva, é um dos principais motivos pelos quais grande parte dos materiais não

são encaminhados para a reciclagem. Além disso, muitas pessoas não sabem como separar e armazenar corretamente os resíduos sólidos recicláveis. Nesse sentido, a tecnologia pode se tornar um importante instrumento de educação ambiental, capaz de minimizar os problemas ambientais à medida que permite a comunicação entre os agentes responsáveis pela reciclagem e possibilita a conscientização sobre a separação e armazenamento adequado dos materiais.

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo verificar as dificuldades e necessidades das pessoas que estão incluídas no processo da reciclagem, para desenvolver uma aplicação *web* que promova a educação ambiental e possibilite o descarte adequado dos materiais. Pensando nisso, idealizou-se um *software* capaz de permitir a comunicação entre as pessoas que desejam fazer a destinação dos resíduos sólidos recicláveis corretamente, com aquelas que fazem a coleta. Nessa perspectiva, uma plataforma *web* pode facilitar a reciclagem nos municípios que ainda não se adequaram à Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), que foi regulamentada pela lei nº 12.305/2010 e faz a normalização da destinação do lixo produzido nas cidades brasileiras [Brasil 2010].

Para o desenvolvimento da plataforma *web*, utilizou-se a arquitetura *Model-View-Controller* (MVC), cuja finalidade é isolar as camadas Visão, Modelo e Controle, que compõem a aplicação. Além disso, também foi utilizado o padrão *Data Access Object* (DAO), que acrescentou mais uma camada para realizar os métodos de acesso ao Banco de Dados (BD). Essas implementações devem possibilitar a fácil manutenção do sistema, de modo que as futuras atualizações do *software* sejam feitas de maneira prática.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: na Seção 2 descreve-se a metodologia empregada na pesquisa; a Seção 3 expõe detalhes sobre a arquitetura MVC; a Seção 4 discute o padrão DAO; a Seção 5 revela os resultados encontrados. Por fim, na Seção 6, são apresentadas as conclusões deste trabalho.

2. Metodologia

A pesquisa tem natureza aplicada, porque apresenta razões e objetivos práticos relacionados ao desenvolvimento de uma tecnologia. Além disso, classifica-se como qualiquantitativa, visto que apresenta uma abordagem subjetiva em relação à coleta e análise de dados, ao mesmo tempo que também se utiliza de dados quantitativos, tratados estatisticamente. De forma que o conjunto de informações qualitativas e quantitativas se complementam, interagindo dinamicamente. Ademais, utiliza-se de estudos exploratórios para validar as hipóteses construídas sobre os problemas envolvendo o processo da reciclagem. Para isso, utilizou-se procedimentos de pesquisa de campo, como aplicação de questionários e entrevistas [Minayo 1994].

Para o desenvolvimento do trabalho, dividiu-se a pesquisa em quatro etapas. Na primeira, realizou-se o levantamento de requisitos do sistema, por meio de entrevistas com catadores e representantes de indústrias, visando identificar os problemas relacionados à coleta dos resíduos. Além disso, foi aplicado um questionário semiestruturado com pessoas inseridas em diferentes contextos, para identificar as dificuldades que envolvem o descarte dos materiais recicláveis. Posteriormente, na segunda etapa, realizou-se o levantamento bibliográfico sobre a arquitetura de *software* MVC e o padrão de acesso a dados, DAO.

Na terceira fase, desenvolveu-se a aplicação utilizando as linguagens *HyperText*

Markup Language (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS) e JavaScript para o *front-end*. Na construção das funcionalidades do *back-end*, implementou-se os padrões MVC e DAO a partir da linguagem *Hypertext Preprocessor* (PHP), cujas funcionalidades geraram relatórios e validaram inserções, remoções e atualizações de registros no Banco de Dados (BD). As linguagens escolhidas foram de grande importância para a equipe de desenvolvimento, pois apresentam documentações bem estruturadas, capazes de acelerar a elaboração do *software*. Por fim, na quarta e última etapa, foi realizado o teste de usabilidade do sistema, para verificar se a plataforma desenvolvida atende aos requisitos estabelecidos na pesquisa.

3. Arquitetura de *software* MVC

Segundo Luciano e Alves [Luciano and Alves 2017], a arquitetura MVC divide a aplicação em três camadas: a primeira corresponde à interação do usuário (*view*), a segunda é de manipulação dos dados (*model*) e a terceira, de controle (*controller*). Esse padrão foi idealizado por Trygve Reenskaug, funcionário da empresa Xerox Parc, na década de 70. Nesse sentido, as camadas incluem pacotes que realizam atividades em conjunto, os quais objetivam gerar um resultado. Além disso, tem como objetivo separar as unidades funcionais da aplicação para facilitar o entendimento e possibilitar modificações, de modo que seja possível alterar uma camada de forma independente, sem precisar alterar as outras [Rocha 2018].

De acordo com Rocha [Rocha 2018], a camada Visão traz a interface do sistema, com todos os elementos gráficos que fazem parte da aparência do *software*. Já o Modelo inclui a lógica dos dados, validação e os componentes que fazem parte do sistema. Por fim, o Controle faz o gerenciamento da aplicação, coordenando o fluxo de eventos e os componentes. A Figura 1 demonstra a inter-relação entre as três camadas dessa arquitetura em uma aplicação *web*.

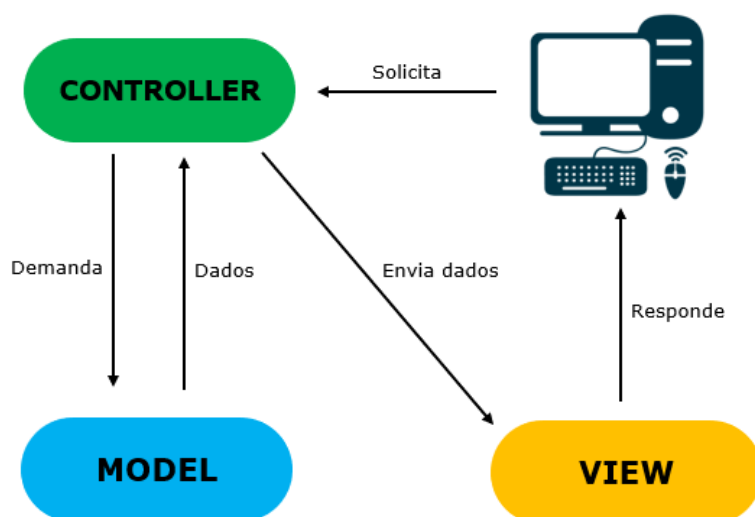


Figura 1. Modelo MVC (adaptado do esboço original de [Reenskaug 2009])

O fluxo MVC pode variar conforme a implementação da aplicação desenvolvida,

mas segundo [Orlando et al. 2009] geralmente segue os seguintes passos:

- O usuário interage com a interface;
- O controlador administra os eventos, chamando uma ação apropriada;
- O modelo recebe a notificação da ação e altera o estado do modelo;
- A visão recebe a notificação da alteração e sofre atualização.

Dessa forma, a utilização da arquitetura MVC traz como principal benefício a possibilidade de realizar o isolamento de unidades funcionais umas das outras, proporcionando maior facilidade para compreender e modificar cada unidade sem a necessidade de um amplo conhecimento das demais [Pop and Altar 2014]. Além disso, a manutenção das aplicações desenvolvidas usando MVC apresenta um ganho expressivo, já que os problemas encontrados em uma camada podem ser tratados isoladamente, sem ter que realizar modificações em outras camadas. Apesar disso, é necessário considerar a integração entre elas.

Em suma, a ideia central da MVC é organizar o projeto de maneira que se obtenha a melhor qualidade geral do *software* e a redução dos custos de manutenção e produção. Apesar do modelo em questão nem sempre ser de fácil implementação e compreensão, existem no mercado diversas ferramentas que auxiliam a implementá-lo, às vezes atribuindo mais camadas do que o MVC exige. Todavia, isso pode proporcionar problemas futuros para realização de manutenções posteriores, se o sistema desenvolvido for dependente dos recursos fornecidos pela ferramenta utilizada.

4. Padrão de acesso DAO

O padrão DAO consiste em separar as regras de acesso ao banco de dados e as regras de negócio, sendo necessário o uso de classes exclusivas para o acesso ao BD [Lovisi Filho and de Castro 2009]. A implementação é feita através da adição de outra camada, deste modo, mantém-se a facilidade de manutenção da aplicação. A Figura 2 demonstra a estrutura do padrão DAO.

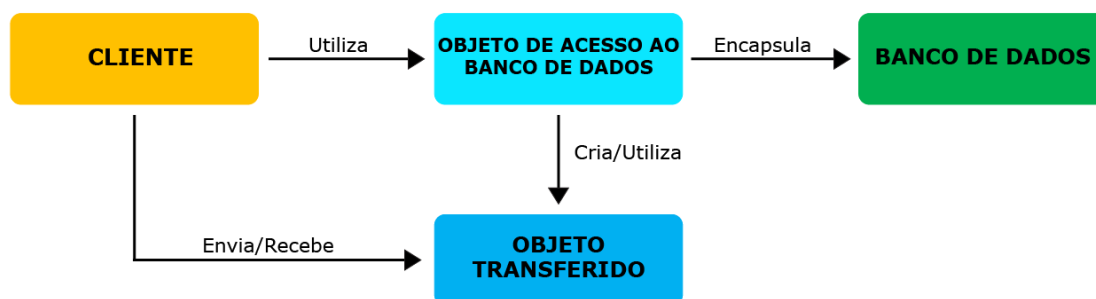


Figura 2. Diagrama do padrão DAO

O bloco Cliente representa a aplicação, que utiliza os blocos Objeto de Acesso ao Banco de Dados e Objeto Transferido. O primeiro é responsável por acessar o BD e fazer a

manipulação dos dados, quando necessário. Já o Objeto Transferido, é utilizado como intermediário entre a aplicação e o Bloco de Acesso ao BD, tendo a função de receber ou enviar o que for requisitado pelo usuário por meio da aplicação [Sardagna and Vahldick 2008].

O padrão DAO é, em geral, a melhor forma de se implementar a interface com o banco de dados em um sistema e, se aplicado corretamente, é capaz de abstrair completamente o modo de busca e gravação dos dados, tornando isso transparente para aplicação, facilitando a realização da manutenção e/ou migração de BD. Por conseguinte, o DAO, quando aliado ao PHP *Data Objects* (PDO), torna a aplicação mais segura, uma vez que protege contra injeções de códigos SQL. O PDO é uma classe que faz a abstração do banco de dados, desenvolvida para trabalhar especificamente com procedimentos do BD.

5. Resultados

Para o levantamento de requisitos do sistema, realizou-se entrevistas com catadores e representantes de indústrias das cidades de Belém do Pará e Castanhal. Nesse sentido, verificou-se que os catadores precisam andar longos percursos a procura de materiais recicláveis nas cidades. E na maioria das vezes, os resíduos não são deixados em condições acessíveis para se realizar a coleta. Por outro lado, alguns representantes de indústrias afirmaram que não há comunicação e organização com as cooperativas de reciclagem locais e os resíduos são destinados para outro estado.

Além disso, foi aplicado um questionário online com o objetivo de diagnosticar se as pessoas fazem o descarte adequado dos materiais e se estes são direcionados para a reciclagem. Participaram da pesquisa 41 habitantes da região nordeste paraense, com idades entre 15 e 40 anos. Dentre eles, 49% disseram que fazem a separação dos resíduos secos e orgânicos, enquanto que 41% não separam e 10% não sabem como fazer a distinção dos materiais. Ademais, apenas 2% dos participantes encaminham os resíduos recicláveis para catadores e 98% deixam a cargo da prefeitura fazer a coleta.

Na região norte, dos 450 municípios, 252 utilizam lixões para a disposição final do lixo gerado na cidade e 108 utilizam aterros controlados [Abrelpe 2018]. Em vista disso, esperar a coleta realizada pela prefeitura nem sempre é a melhor estratégia para a destinação dos materiais. A melhor saída é encaminhar os resíduos recicláveis para as cooperativas ou associações de catadores.

Porém, como mostra a Figura 3, 39,7% dos participantes da pesquisa não fazem a destinação adequada dos materiais porque não sabem onde encontrar associações ou cooperativas. Além disso, 30,9% dos participantes da pesquisa relataram não dispor de tempo para levar o material até uma associação ou cooperativa de reciclagem. O que revela a necessidade da coleta domiciliar, realizada por catadores. O gráfico mostra ainda que 22,1% das pessoas não conhecem catadores e por isso não fazem a destinação adequada dos materiais recicláveis.

Qual a sua dificuldade em fazer a destinação adequada dos materiais recicláveis?



Figura 3. Respostas do questionário online

A partir desses resultados, foi possível identificar a necessidade de uma ferramenta para conectar as pessoas que possuem material reciclável em seus domicílios, com as pessoas que precisam desses resíduos para realizarem a reciclagem. De forma que facilite o trabalho dos catadores, para que eles não precisem passar muito tempo procurando por materiais e já comecem o trabalho sabendo onde irão encontrar os resíduos recicláveis que precisam. Realizando, assim, um percurso menor em comparação com o que realizam atualmente. Dessa forma, os requisitos do sistema foram analisados e validados.

Na etapa de codificação, a utilização dos padrões MVC e DAO tornou possível desenvolver uma aplicação web com unidades funcionais isoladas e de fácil manutenção. As funcionalidades implementadas no *software* buscam atender o objetivo da aplicação, que é permitir a interação de usuários em prol da reciclagem. Assim sendo, os usuários cadastrados criam anúncios de ofertas ou pedidos.

As ofertas são realizadas por pessoas que tem materiais disponíveis para serem reciclados, enquanto que os pedidos são realizados por usuários que não encontraram ofertas dos materiais os quais estão precisando e querem fazer a solicitação. Nessa perspectiva, essas atividades de ofertas e pedidos fazem parte da entidade Chamado, que pode ser observada no Modelo Entidade-Relacionamento (MER) da aplicação, exibido na Figura 4. A partir do MER, é possível identificar que a entidade usuário deve ser atribuída a um ou mais endereços e contatos. Além do mais, essa mesma entidade pode representar uma pessoa jurídica, seja empresa, indústria, cooperativa, dentre outros.

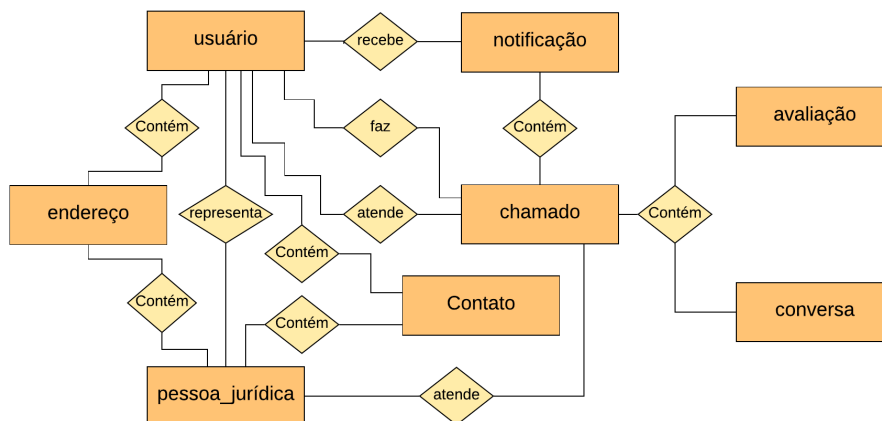


Figura 4. Modelo conceitual do banco de dados

Ademais, observa-se também que o sistema gera notificações, as quais ocorrem quando os chamados realizados pelo usuário são atendidos. Nessa ocasião, deve-se realizar a troca de mensagens para combinar o local da coleta. Após a entrega do material, os usuários podem fazer a avaliação da atividade para verificar o nível de satisfação. Por fim, essas entidades exibidas no MER tornaram-se classes na etapa de codificação.

No desenvolvimento da camada Visão, o principal objetivo foi atender ao requisito de elaborar uma interface amigável e simples, para que o usuário não tenha dificuldades em entender as funcionalidades apresentadas no sistema. A Figura 5 mostra a tela de *feed*, na qual é possível visualizar os chamados de ofertas e pedidos realizados na plataforma.

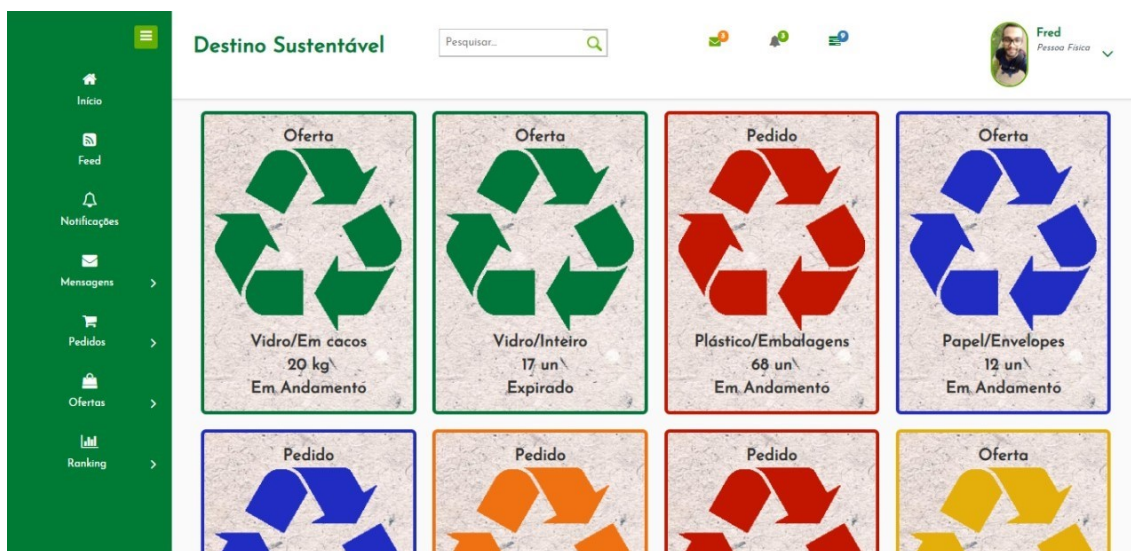


Figura 5. Feed de chamados

É possível observar na imagem que a abordagem dos anúncios exibe as informações essenciais e utiliza as cores correspondentes às lixeiras de cada tipo de material. Para obter mais detalhes sobre o chamado, basta o usuário clicar no cartão correspondente, que todos os detalhes do anúncio são exibidos. Caso a pessoa tenha interesse

no material que está sendo anunciado, deve-se atender o chamado e iniciar a conversa no bate-papo para combinar a entrega dos itens recicláveis, de forma rápida e prática.

Cada anúncio atendido e concluído gera uma pontuação para alimentar o ranking dos usuários mais atuantes no sistema, como forma de incentivo. Ademais, disponibiliza-se um espaço na plataforma para publicação de matérias com informações sobre reciclagem e educação ambiental, contribuindo para a conscientização. Além disso, as redes sociais vinculadas ao projeto também fazem publicações periódicas de conteúdos informativos, que também auxilia na divulgação da plataforma *web*.

Para verificar se o software atende aos requisitos de sistema, realizou-se o teste de usabilidade. No qual participaram 27 pessoas, estudantes de 17 a 40 anos de idade, moradores do interior do estado do Pará. Ao final do teste, os usuários responderam um questionário de avaliação, o qual permitiu a análise das questões que envolvem navegação e entendimento das funcionalidades. A Figura 6 mostra o resultado da avaliação do usuário referente à interface do sistema.

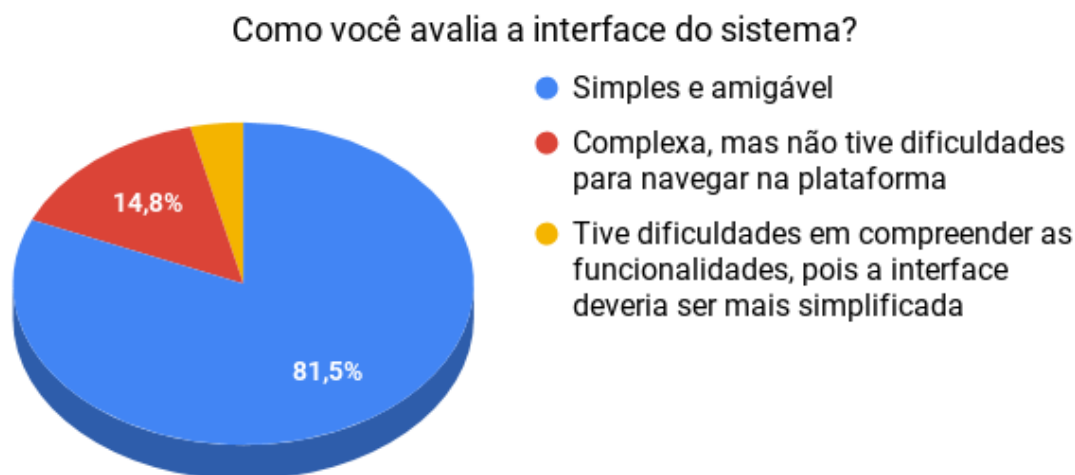


Figura 6. Avaliação da interface no teste de usabilidade

De acordo com o gráfico da Figura 6, a maioria das pessoas (81,5%) considera a interface simples e amigável. Enquanto que 14,8% dos participantes consideraram um pouco complexa, mas não tiveram dificuldades. A minoria, 3,7%, relata que tiveram dificuldades ao navegar na plataforma. Para diagnosticar quais foram as complicações encontradas pelos usuários, solicitou-se que os participantes deixassem comentários discursivos sobre o que deveria ser melhorado e quais foram as dificuldades identificadas na utilização do sistema.

6. Conclusão

A partir dos resultados obtidos, a hipótese norteadora da pesquisa foi validada. Sendo assim, identificou-se que uma das principais dificuldades no processo de coleta seletiva e reciclagem é a falta de comunicação entre catadores, associações, cooperativas e pessoas que querem fazer o descarte adequado dos materiais recicláveis, mas não sabem como e onde deixar os resíduos, ou não tem tempo para levar até um lugar específico. Com o

intuito de resolver esse problema, desenvolveu-se uma plataforma *web* onde os usuários podem realizar e atender ofertas e pedidos de materiais recicláveis. Além disso, o *software* contém informações sobre preservação do meio ambiente, separação e armazenamento dos resíduos.

Para o desenvolvimento do sistema, utilizou-se a arquitetura MVC, que possibilitou uma melhor organização lógica do *software* a partir do isolamento das camadas. Além disso, também foi implementado o padrão DAO, que possibilitou a abstração dos métodos de acesso ao BD. Essas implementações permitem redução de custos na manutenção da aplicação e no desenvolvimento de futuras atualizações da aplicação.

Dessa forma, conclui-se que a plataforma *web* desenvolvida, atende aos requisitos de sistema estabelecidos a partir da pesquisa. E nos trabalhos futuros, espera-se implementar as correções necessárias, identificadas no teste de usabilidade. Além disso, será desenvolvido um aplicativo móvel.

Referências

- ABRELPE. (2018). “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2017”. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>> . Acesso em: 01 Mar. 2019.
- Brasil, República Federativa do. (2010). Diário Oficial dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 01 Mar. 2019.
- IPEA. (2012). “Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos”. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriospesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: 01 Mar. 2019.
- Lovisi Filho, E. and de Castro, G. M. (2009) Tutorial sobre a Construção de Aplicações empregando Java, Hibernate e MySQL. Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery, n 6.
- Luciano, J. and Alves, W. J. B. (2017). Padrão de arquitetura mvc: Model-viewcontroller.
- Minayo, M. C. de S. (1994). Pesquisa social.
- Orlando, A. F. et al. (2009). Uma infra-estrutura computacional para o gerenciamento de programas de ensino individualizados. Universidade Federal de São Carlos.
- Pop, D. P. and Altar, A. (2014). Designing an MVC model for rapid web application development. Procedia Engineering, v. 69, p. 1172–1179.
- Reenskaug, T. (2009). The common sense of object oriented programming. Department of Informatics, University of Oslo, Oslo, Norway.
- Rocha, J. G. (2018). Arquitetura em Camadas com uso do Paradigma MVC e Processo Unificado na Programação de Software Orientado a Objetos. Tecnologias em Projeção, v 9, n 1, p. 31–49.
- Sardagna, M. and Vahldick, A. (2008). Aplicação do padrão Data Access Object (DAO) em projetos desenvolvidos com delphi. Escola Regional de Banco de Dados. v 4.