

Inovação e desenvolvimento sustentável: Um estudo de caso sobre os efeitos do uso do aplicativo para gestão de resíduos sólidos em São José do Herval - RS

Rafael Araldi¹

Guilherme Machado Lague²

Celso Maciel da Costa³

Patrícia Inês Schwantz⁴

Daniela Mueller de Lara⁵

Resumo: A gestão dos resíduos sólidos é um dos fatores essenciais para o avanço das questões socioambientais. Contudo, é dever do poder público e da sociedade estabelecer, executar e fiscalizar medidas de gestão e controle. E, a inovação tecnológica pode ser uma alternativa prática e efetiva no monitoramento do descarte dos resíduos. Este estudo objetivou desenvolver um aplicativo para *smartphones* como ferramenta de gestão dos resíduos sólidos municipais de São José do Herval-RS. A metodologia empregada foi pesquisa-ação, com caráter descritivo e experimental, através de um estudo de caso. Os procedimentos foram divididos em três etapas. Inicialmente, foi desenvolvido um aplicativo para identificar locais de descartes irregulares de resíduos sólidos no município. Posteriormente, realizou-se o levantamento dos dados com uso do aplicativo e, por fim, estes dados foram tratados e interpretados. Foram computadas 23 denúncias, destacando-se como mais relevantes os resíduos do tipo: domiciliares secos (28,85%), volumosos (25%), industriais (19,23), verdes (9,62%), da construção civil (7,69%), de limpeza pública (5,77%) e domiciliares orgânicos (3,84%). Foi possível propor melhorias quanto às práticas de educação ambiental, auxiliando nas políticas públicas ambientais do município. Ademais, além de servir como suporte à gestão municipal, a ferramenta também possui interface entre tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Palavras-chave: Tecnologia; Administração Pública; Inovação Ambiental.

Technological innovation combined with sustainable development: A case study on the effects of using the application to solid waste management in São José do Herval - RS

Abstract: The management of solid waste is one of the essential factors for the advancement of socio-environmental issues. However, it is the duty of public authorities and society to establish, implement and supervise management and control measures. And, technological innovation can be a practical and effective alternative in monitoring waste disposal. This study aimed to develop an application for smartphones as a tool to manage municipal solid waste in São José do Herval-RS. The methodology used was action research, with descriptive and experimental character, through a case study. The procedures were divided into three stages. Initially, an application was developed to identify

1 Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). Endereço Tv. Ticiano Felipe, 100 - Botucaraí, Soledade - RS, 99300-000. E-mail: <rafael-araldi@uergs.edu.br>

2 Graduando em Engenharia da Computação pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

3 Doutor em Informática pela Université Joseph Fourier – Grenoble. Professor Adjunto da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) em Guaíba/RS.

4 Mestranda em Administração Pública pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Graduada em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

5 Doutora em Ambiente e Desenvolvimento. Professora Adjunta da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) em Alto da Serra Botucaraí Soledade/RS.

irregular solid waste sites in the municipality. Subsequently, the data were collected using the application and, finally, these data were processed and interpreted. There were 23 complaints, highlighting the most relevant residues of the type: dry (28.85%), voluminous (25%), industrial (19.23), green (9.62%), construction (7.69%), public cleaning (5.77%) and organic household (3.84%). It was possible to propose improvements in environmental education practices, helping the public environmental policies of the municipality. In addition, in addition to serving as support for municipal management, the tool also has an interface between technology, society and the environment.

Keywords: Technology; Public Administration; Environmental Innovation.

1 Introdução

A característica dos resíduos gerados pela humanidade acompanha a transformação no estilo de vida por ela vivenciado. Somado a essa mudança, o crescimento populacional ocasiona um aumento exponencial da geração de resíduos, com especificidades distintas de uma região para outra, e surge a necessidade de adequação às políticas públicas que contemplem a gestão destes resíduos. Segundo Schwantz, et al. (2019), o crescimento exponencial da população aliado à intensa urbanização e à expansão da comercialização de novos produtos ocasionam quantidades imensuráveis de resíduos.

A geração de resíduos sólidos é uma consequência de qualquer atividade antrópica e torna-se uma das dificuldades mais complexas em relação aos decorrentes problemas ambientais. Neste contexto, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE aponta que em 2018, a geração dos resíduos sólidos urbanos chegou a 79 milhões de toneladas no país, o que demonstra uma retomada no aumento em cerca de 1% em relação a 2017. O montante coletado em 2018 foi de 72,7 milhões de toneladas, registrando um índice de cobertura de coleta de 92% para o país, o que evidencia que 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destino impróprio (ABRELPE, 2019).

Os comparativos da quantidade de resíduos gerados por habitante/dia podem ser observados em várias edições publicadas pela Abrelpe. Segundo os dados apresentados, em 2010 a produção era de 1,079 kg/hab/dia enquanto em 2014 foi para 1,400 kg/hab/dia. Observa-se um aumento de quase 23% na produção de resíduos por hab/dia de 2010 para 2014 (ABRELPE, 2010; 2014). Já em 2016 era 1,032 kg/hab/dia e em 2017 o resultado foi de 1,035 kg/hab/dia. Para os dados de 2016 e 2017, nota-se uma estabilidade da geração de resíduos produzidos nestes dois anos (ABRELPE, 2016; 2017).

Um dos motivos para a diminuição de 2014 para 2017 pode estar atrelada a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta lei estendia até 2014 o prazo para a regularização dos municípios, dos Estados, da União e do setor privado, a disposição final adequada dos rejeitos em todo o território nacional, além de práticas educativas para a sensibilização ambiental. A lei preconiza assegurar melhores condições sobre as disposições finais, através de ações de prevenção e precaução, definindo normas para o poluidor-pagador, assim como as diretrizes para a elaboração do plano municipal de gerenciamento integrado de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Assim, diante do amparo legal para o correto manejo dos resíduos, cada município deve dispor de forma adequada e dentro da legislação vigente.

Todavia, embora exista o amparo legal, um dos grandes problemas na gestão de resíduos é conciliar as transformações dos espaços com a utilização dos recursos naturais de forma consciente. Para isso, o uso

da tecnologia pode ser uma ferramenta alternativa possibilitando novas estratégias, assim como, a melhor administração dos resíduos sólidos e um gerenciamento mais favorável dos mesmos. Estudos como o do aplicativo “*Descarte Aqui*” de Mav e Lorasqui (2017), “*Recycler*” de Ferreira e Sambinelli (2017), “*Vision Ambiental*” Lara et al. (2020), apresentam o uso do smartphone como uma ferramenta para o auxílio das denúncias relacionadas ao meio ambiente. Lara et al. (2020) desenvolveu um aplicativo intitulado como *Vision Ambiental* para avaliar os pontos de disposição irregular de resíduos sólidos no município de Soledade/RS como uma ferramenta de gestão dos resíduos sólidos municipais.

Nesse sentido, a inovação tecnológica pode ser uma alternativa prática e efetiva no monitoramento do descarte dos resíduos. Baseado na importância do tema e com o apoio da Secretaria do Meio Ambiente do município de São José do Herval/RS, este estudo teve como objetivo desenvolver um aplicativo para identificação das especificidades dos resíduos gerados em locais inadequados neste município. Além disso, buscou-se quantificar os resíduos dispostos inadequadamente e sugerir melhorias quanto ao gerenciamento, valorização e sensibilização da comunidade hervalense frente a temática estudada.

2 Inovação Tecnológica e Desenvolvimento Sustentável

Diante das intensas alterações ambientais, aumentam as preocupações sobre o gerenciamento das relações entre as atividades humanas e a natureza. Ademais, é perceptível que o maior desafio para a Administração Pública está associado ao desenvolvimento de modelos de gestão que se alinhem com a preservação do meio ambiente de forma transparente e democrática (BONATO, et al., 2021). Complementar a isso, é fundamental que a gestão pública se fortaleça com articulações políticas em benefício da sociedade visando manter um crescimento econômico equilibrado (SÁ, DUARTE, 2018).

Em paralelo às questões ambientais, a inovação está cada vez mais presente no cotidiano e, por ser constituída de estratégias, benefícios e valores, ela não se restringe apenas às organizações, expandindo para diversas instituições e setores por meio da busca pelo novo ou melhoria em algo já existente visando gerar benefícios e atender a desejos e necessidades específicas. Segundo Mascarenhas Bisneto e Lins (2016), a inovação é a composição responsável que busca estabelecer e compilar a melhor forma para executar as ideias e processos a fim de aplicá-las em algo novo, visando o acompanhamento de resultados e a busca por melhorias contínuas.

A inovação é um dos principais fatores que influenciam o desenvolvimento econômico, possibilitado a inserção de novos produtos ou serviços, com conceitos avançados, bem como de soluções sustentáveis (PINSKY, KRUGLIANSKAS, 2017), capazes de oferecer benefícios à sociedade e ao meio ambiente. Ademais, os avanços tecnológicos refletem o aperfeiçoamento de atributos técnicos e econômicos desejáveis de um produto, equipamento, ferramenta ou dispositivo. Tais avanços tecnológicos são constituídos de um conjunto de passos na direção do desenvolvimento tecnológico, concebido por mudanças tecnológicas que podem ser inovações incrementais e radicais (FREIRE, BALDI, 2014; TAHIM, DAMACENO, ARAÚJO, 2019).

Todavia, a inovação sustentável pode ser conceituada como a inserção de novidades ou modificações em processos de produção, técnicas, sistemas, organizações e produtos para diminuir os danos ambientais.

Além disso, essas inovações devem agregar valor semelhante ou maior para a melhoria do desempenho econômico, social e organizacional (HAFKESBRINK, HALSTRICK-SCHWENK, 2005; HORBACH, 2005; KUSI-SARPONG, GUPTA, SARKIS, 2019). Portanto, construir capacidades dinâmicas e a perspectiva baseada em recursos podem ajudar a explicar vários impulsionadores e fatores na inovação sustentável (MOUSAVI, BOSSINK, 2017).

Com o cenário desafiador vivenciado atualmente, a inovação surge como aliada na adaptação e execução de novas ideias ou até mesmo a partir da adaptação de algo existente, com o intuito de mostrar um diferencial agregado à redução de custos e a sustentabilidade. Nesse sentido, Silva (2019) descreve que a transformação digital é considerada uma grande oportunidade para o público alvo, assim como, uma forma de contornar percursos instáveis. Segundo Krause (2019), o processo de transformação digital vem se intensificando nas organizações à medida que aumenta a demanda do consumidor ou usuário final por uma experiência mais rápida e eficiente.

Por meio de sistemas de gestão e novas tecnologias é possível contribuir para a redução dos impactos ambientais e sociais atuais. Nesse sentido, o rápido aumento no uso de smartphones com recursos multimídias cada vez mais avançados, possibilita a utilização destes aparelhos em inúmeras tarefas. Desse modo, com um olhar voltado para o meio ambiente, Vasconcelos et al. (2021) desenvolveram um aplicativo móvel para fiscalização do uso dos recursos hídricos para apoiar a fiscalização com agilidade e rapidez para órgãos públicos.

Segundo Silva, et al. (2020), atrelado com a necessidade de políticas públicas efetivas e fiscalizadoras, os serviços de dispositivos móveis vêm crescendo rapidamente, sendo um intermediário na comunicação entre tecnologia, sociedade e meio ambiente. Nesse sentido, o desenvolvimento de aplicativos tem sido foco em diversas áreas de conhecimento: comércio, entretenimento, educação, economia, saúde, entre outros (KAMADA, 2012; SILVA, et al., 2017; SANTANA, et al., 2017; SILVA, et al., 2020).

Portanto, fica evidente a importância de incentivar o desenvolvimento sustentável, através de políticas públicas urbanas, com uso da tecnologia reduzindo os impactos ao meio ambiente. Com uma extensa pauta no âmbito ambiental, é necessário que o governo local siga regulando, criando leis e, principalmente, fiscalizando as ações em parceria com a sociedade usando a tecnologia como aliado no processo (RAMOS, 2019).

2.1 Políticas Públicas, Inovação e Sustentabilidade

Muitos países estão desenvolvendo e implementando medidas especiais de políticas públicas sustentáveis para equilibrar os recursos renováveis e reduzir os impactos ao meio ambiente. Porém, mesmo com amplo arcabouço legal, a gestão ambiental é uma atividade que requer mais que a iniciativa pública e privada em se adequar às exigências das políticas públicas, sendo necessário mudanças culturais e quebra de paradigmas para atingir os padrões sustentáveis globais (HJORT, PUJARRA, MORRETO, 2016).

Conforme Hayashi e Silva (2015), o poder público municipal pode ser considerado uma unidade governamental responsável por proporcionar a participação dos cidadãos no monitoramento e participação

da gestão ambiental local em conjunto com o poder público. Dessa forma, torna-se possível contribuir com a elaboração de diretrizes, fiscalização e uma política de proteção ao meio ambiente.

No âmbito organizacional, em alguns casos, já ocorre o estímulo com uso em cascata dos materiais, colocando em prática a economia circular por meio da utilização racional dos recursos. Contudo, os desafios de inovar em prol da sustentabilidade ambiental indicam a necessidade de desmaterializar produtos e serviços e aperfeiçoar a sua concepção, em processos que utilizam materiais com elevado potencial de reciclagem e que não contenham componentes tóxicos (JACOBI, GIATTI, 2017). Ainda, uma boa governança envolve a sociedade e se difere do governo, visto que este é sustentado por autoridades e pelo poder. A governança é o processo pelo qual resultados eficazes são produzidos e, sequencialmente, há o envolvimento na dimensão estatal e a dimensão não-estatal (SCHWANTZ, et al., 2021).

De acordo com Gomes e Zambam (2018), os contextos exigentes, conflitivos e dinâmicos existentes destacam a necessidade da participação e inclusão efetiva da sociedade para o conhecimento da realidade e das demandas cada vez mais difíceis de serem equacionadas, bem como para a busca por soluções justas e possíveis de serem concretizadas. Para além disso, Peguim (2020) ressalta que o desenvolvimento sustentável se mostra indissociável da problemática do uso dos recursos naturais, cuja posição ao mercado ou ao Estado oscila entre e dentro das ações estatais como agente econômico.

Portanto, a inovação tecnológica e o desenvolvimento sustentável são estratégias que elucidam anseios e oportunidades diretamente ligados às políticas públicas e ao cidadão, visando propor novas formas de produtos e serviços, regulamentos e modernização das práticas tradicionais para garantir um equilíbrio do meio ambiente para as futuras gerações. Somado a isso, o desenvolvimento de aplicativos para aparelhos portáteis apresenta-se como uma excelente oportunidade, tanto para o poder público como à sociedade, para acompanhamento e controle compartilhado entre diferentes atores sociais.

3 Metodologia de pesquisa

Inicialmente, realizou-se o desenvolvimento do aplicativo que possibilitasse a denúncia da disposição de resíduos em locais inadequados no município de São José do Herval – RS. O desenvolvimento do aplicativo para *smartphones* foi realizado através do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, unidade de Guaíba/RS. A área de abrangência deste estudo foi o município de São José do Herval/RS. O município possui uma área de 103,094 km², localiza-se no norte do estado do Rio Grande do Sul.

Para a pesquisa, utilizou-se a metodologia de pesquisa-ação conduzida por meio de um estudo de caso sobre os efeitos do uso do aplicativo para gestão de resíduos sólidos em São José do Herval – RS, onde foi fundamental o envolvimento de vários atores (Unidade da Uergs em Guaíba, Unidade Alto da Serra Botucarái em Soledade, Prefeitura Municipal e Secretaria do Meio Ambiente de São José do Herval) para a realização deste estudo. Segundo Wirth e Oliveira (2016), a pesquisa-ação compreende estratégia metodológica onde possibilita que o pesquisador intervenha dentro de uma problemática social, anunciando seu objetivo e construindo novos saberes junto ao ambiente onde está construindo o seu estudo. Além da pesquisa-ação, o estudo baseou-se na pesquisa bibliográfica para embasamento dos dados referentes a temática estudada.

O desenvolvimento do estudo foi dividido em 3 etapas. A primeira etapa contemplou a análise detalhada de como esta ferramenta pode ser usada como estratégias para a realização de denúncias ambientais, quanto ao descarte irregular de resíduos para o município de São José do Herval/RS. Após a análise, elaboração de melhorias e ajustes realizados no aplicativo (app), o mesmo foi disponibilizado na loja da *Play Store*. A segunda etapa compreendeu a elaboração de estratégias de aplicabilidade do app através de reuniões com a Secretaria do Meio Ambiente do município de São José do Herval, uma vez que este setor é o órgão responsável pelo monitoramento e execução do plano da limpeza dos depósitos irregulares de resíduos no município.

Para a classificação dos resíduos baseou-se conforme descrito na Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010). A classificação foi padronizada como: resíduos sólidos domiciliares secos, resíduos sólidos domiciliares úmidos, resíduos verdes, resíduos volumosos, resíduos industriais, resíduos de agrossilvopastoris, resíduos sólidos domiciliares, resíduos de limpeza pública, resíduos de construção civil, resíduos de serviço de saúde, resíduos de serviços terrestres e de resíduos de mineração.

Salienta-se ainda que o aplicativo foi configurado de maneira que cada local poderia ser categorizado em mais de uma origem de classificação dos resíduos, uma vez que os locais podem possuir mais de um tipo de material disposto de forma irregular. E por fim, na terceira etapa foi realizada a análise dos dados obtidos, com avaliação do número de denúncias de locais irregulares, sua localização georreferenciada e os tipos de resíduos descartados nestes locais. A partir destes dados foram realizadas propostas de melhorias junto ao poder público e a comunidade para ações de conscientização da população quanto a importância de descartar corretamente os resíduos gerados.

4 Apresentação e discussão dos resultados

Este trabalho foi embasado a partir de um estudo desenvolvido por Silva (2019) sobre o desenvolvimento de um aplicativo para o uso em *smartphone* em Soledade/RS. A praticidade do uso, facilidade do acesso à informação e a possibilidade de gerenciamento dos pontos de descartes irregulares de resíduos por parte do poder público de São José do Herval/RS, impulsionaram na tomada da decisão para desenvolver este trabalho no município.

Um dos primeiros passos foi a criação de nome para o aplicativo e a criação de uma identidade visual. O aplicativo foi nomeado de Eco-on, pois a ideia era apresentar a interface da questão ambiental com o uso tecnológico. A partir desta ideia, surgiu a identidade visual aliada a importância de apresentação de uma arte gráfica vinculada ao aplicativo, uma vez que o símbolo gráfico é o primeiro contato que o público tem com o mesmo. A Figura 1 apresenta a identidade visual do aplicativo Eco-on.

Figura 1: Arte gráfica do Aplicativo Eco-on



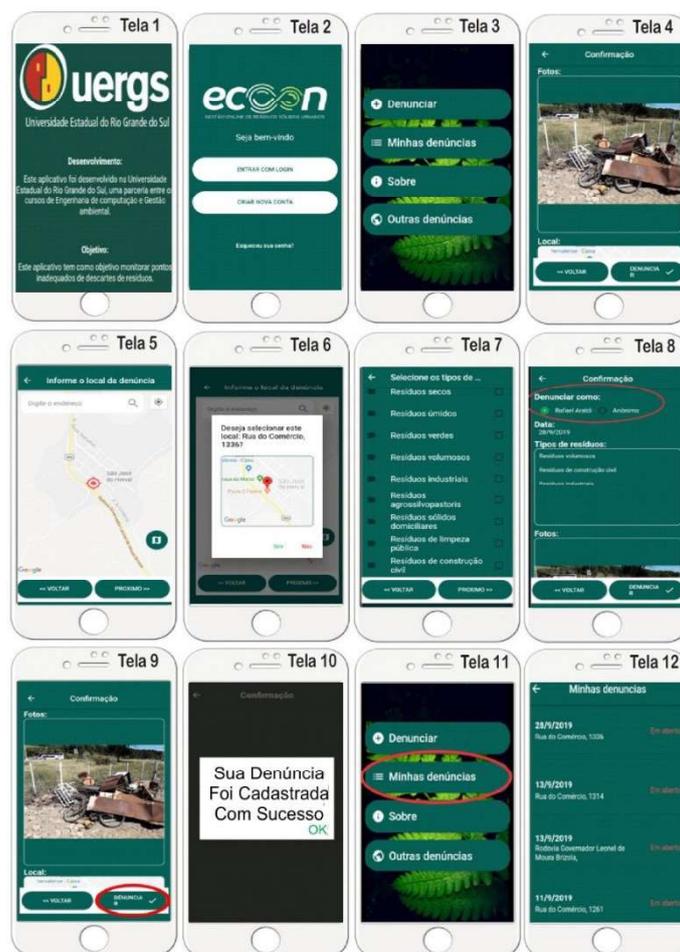
Fonte: Morais (2020), [arquivo particular].

A ideia de o símbolo do infinito compor o logo foi representado simbolicamente através do oito deitado e possui uma denotação ligada ao potencial de repensar, reduzir, reutilizar e reciclar, ou seja, denota a ideia dos 4R. Ainda, se projetou da ideia de um aplicativo que fosse com uma interface de fácil manuseio para que as possíveis denúncias fossem efetuadas com agilidade e rapidez. O aplicativo foi disponibilizado na loja *Play Store*, da qual o acesso é gratuito, sendo necessário somente a pesquisa pelo nome do respectivo aplicativo (Eco-on). Após realizar a busca pelo nome do aplicativo, torna-se necessário fazer o *download* do *software*. Para fazer o uso corretamente do aplicativo é primordial que o aparelho celular obtenha câmera fotográfica, GPS (*Global Positioning System*) e internet (*Wi-Fi* ou dados móveis).

Para efetivação da denúncia no aplicativo, foram elaboradas telas correspondentes a cada etapa, conforme mostrado na Figura 2. A tela 1 do aplicativo contextualiza uma descrição sucinta do aplicativo e do seu objetivo. A tela 2 apresenta que o usuário pode escolher como logar-se ao aplicativo. Ao criar conta no aplicativo o mesmo poderá se identificar, preenchendo os campos com seus dados ou até escolher denunciar no modo anônimo. A próxima etapa identificada observa-se o menu inicial do aplicativo (tela 3). Nesta tela, observam-se as seguintes opções: **denunciar** (pontos inadequados de resíduos), **minhas denúncias** (acompanhar denúncias realizadas), **sobre** (informações sobre o aplicativo) e **outras denúncias** (para acompanhamento do usuário em outras denúncias realizadas). Posteriormente, na tela 4, o indivíduo poderá registrar a imagem do local que apresenta a disposição irregular de resíduos, e sequentemente na tela 5, é possível georreferenciar o local das denúncias.

Ainda na Figura 2, em detalhe na tela 6, apresenta-se a tela de confirmação do local do descarte. Ao confirmar o endereço, ocorre o direcionamento para a tela 7, na qual deve ser selecionado a classificação dos resíduos dispostos naquele local. Podem ser classificados os seguintes tipos de resíduos de acordo com a origem: resíduos secos, resíduos úmidos, resíduos verdes, resíduos volumosos, resíduos industriais, resíduos de agrossilvopastoris, resíduos sólidos domiciliares, resíduos de limpeza pública, resíduos de construção civil, resíduos de serviço de saúde, resíduos de serviços terrestres e de resíduos de mineração. Destaca-se ainda que o usuário poderá selecionar mais de um tipo de resíduo.

Figura 2: Etapas do processo de denúncia dos resíduos dispostos em locais inadequados através da apresentação da interface do aplicativo (tela 1 a 12)



Fonte: Autores (2020).

Na tela 8, o usuário poderá optar novamente em ser o titular da denúncia ou selecionar o modo anônimo, protegendo assim sua identidade. Por fim, na tela 9, ao clicar em *denunciar*, a informação cadastrada. Após o cadastramento da denúncia, o aplicativo retornará com uma mensagem “*Sua denúncia foi realizada com sucesso!*”, conforme mostrado na tela 10. Posterior a finalização da denúncia, o usuário poderá obter maiores informações sobre o andamento das mesmas, através do item do menu principal “*Minhas denúncias*”, como mostrado nas telas 11 e 12. A denúncia pode ser classificada como *aberta* ou *fechada*. A primeira significa que os materiais ainda se encontram dispostos no mesmo local e a segunda que o material já foi retirado pelo órgão responsável de acompanhar a denúncia.

A partir desta contextualização da concepção do aplicativo, a próxima etapa foi a apresentação dos dados obtidos com o uso do mesmo. Foram coletadas 23 denúncias no período de julho a agosto de 2019. Os resíduos sólidos domiciliares secos apresentaram 28,85% do total de denúncias avaliadas. Estes tipos de resíduos podem ser reutilizados e enquadram-se nos grupos de metais, vidros, plásticos, embalagens de longa vida, entre outros. Os mesmos são passíveis de reciclagem, desde que não tenham sido contaminados.

Segundo o Decreto nº. 7.404/10 que regulamenta a PNRS, o sistema de coleta seletiva deve ser implantado pelas municipalidades, com a separação de resíduos secos e úmidos, conforme a classificação dos mesmos (BRASIL, 2010). Para que isso ocorra de maneira eficiente, obtendo uma destinação final correta e adequada, tanto a população como o município. A população, ao separar o lixo seco do orgânico e se o município investir em educação ambiental visando uma coleta seletiva eficiente, além de reduzir os impactos ambientais poderá gerar e aumentar a renda para grupos de catadores existentes no município.

A exemplo disso, o Instituto de Projetos e Pesquisas Socioambientais – IPESA (2013) elaborou um guia de com distribuição gratuita a todos os municípios do Brasil. A elaboração ocorreu com o intuito de disseminar o conhecimento prático e teórico adquirido ao longo dos últimos oito anos de trabalho e parceria com cooperativas, prefeituras e empresas que acreditam que é possível realizar uma boa gestão dos resíduos sólidos municipais, assegurando a inclusão e o protagonismo dos catadores.

Ainda, de acordo com os resultados, os resíduos volumosos denunciados representam um 25% do total de denúncias. Observou-se que estes são abandonados pela população em locais e terrenos públicos de forma incorreta devido ao seu tamanho e a dificuldade do seu transporte. Os resíduos volumosos são constituídos por: peças de grandes dimensões como móveis, grandes embalagens, restos de podas e resíduos de origem não industrial. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2011), estes resíduos não são coletados pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional devido as suas grandes dimensões e difícil manuseio, pois acarretam um volume no local impossibilitando a reciclagem de seus materiais.

Na sequência dos resultados, os resíduos indústrias apresentam 19,23 % de denúncias. Os resíduos industriais são legislados de acordo com a NBR 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, sendo definidos com resíduos não perigosos e perigosos, classe A e B, definidos como inertes e não inertes. A normativa estabelece duas classificações para estes resíduos industriais. O resíduo classificado como classe I apresenta são classificados como perigosos e possuem características de inflamabilidade, toxicidade e corrosividade, reatividade e patogenicidade. Já os resíduos classificados como classe II, se subdivide em duas classes, uma classificada como Classe II A (não inertes) ou a outra classificada como Classe IIB (inertes). Se os resíduos apresentaram constituintes que são solubilizados em concentrações superiores ao anexo G da NBR 10004/2004 são considerados Classe IIA, caso contrário, Classe IIB. Estes resíduos não deveriam estar dispostos nestes locais devido ao agravante de contaminação (ABNT, 2004).

Os resíduos verdes representam 9,62% do total de denúncias obtidas pelo aplicativo Eco-on. Segundo Lira (2018), classifica-se como os resíduos verdes os de atividades como poda e capinagem, compostos por arborização urbana e outros com estas mesmas características. Segundo Barbosa (2014), a queima e abandono dos resíduos verdes ainda são ocorrências constantes em diversas regiões do país e os impactos ambientais causados pela decomposição da matéria orgânica, além da propagação de mau cheiro, resulta em um alto volume de resíduos, gerando vários tipos de poluição, entre elas: visual, atmosférica, dos solos, da água entre outras. Ressalta-se que o município de São José do Herval recolhe os resíduos verdes, destinando-os em uma composteira localizada no interior do município.

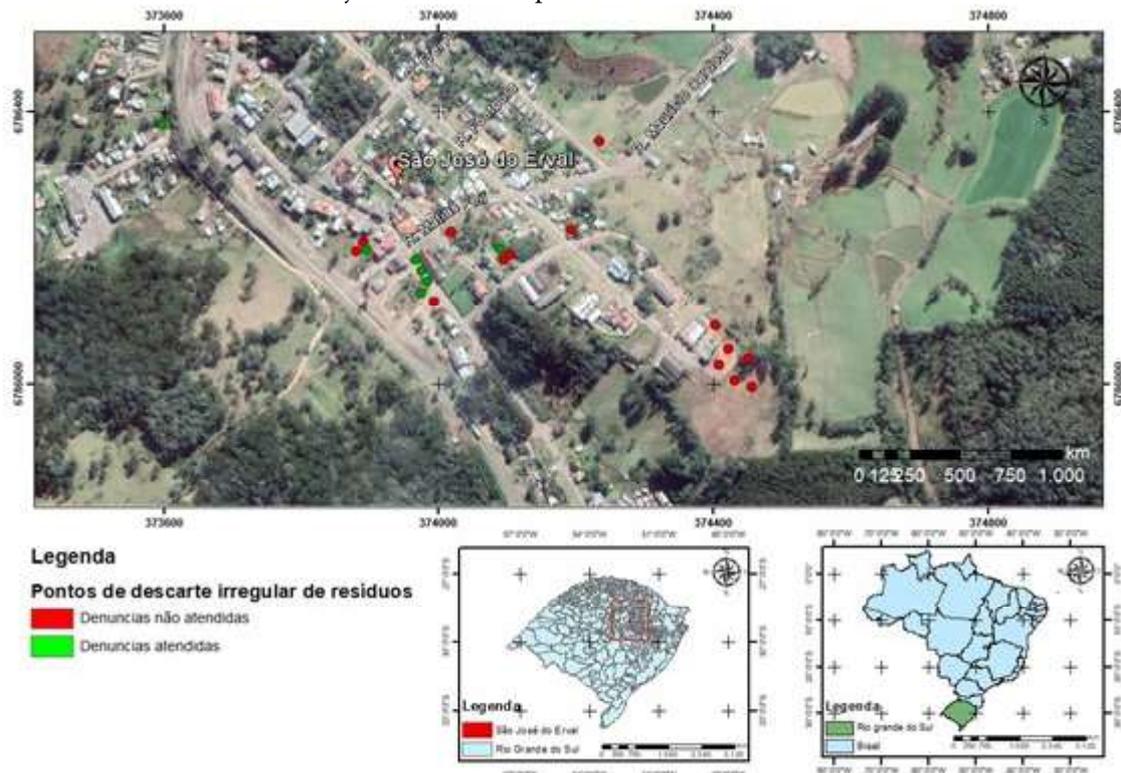
Os Resíduos da Construção Civil (RCC) resultantes das obras, reformas, reparos, escavações, compostos por tijolos, concretos, argamassas, cerâmicas, tintas, madeiras, vidros, plásticos, tubulações, sacos de cimento apresentaram um valor 7,69%. Segundo o PNRS (2010), os RCCs são resíduos

caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sendo equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal. A resolução CONAMA N° 307/2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, são considerados de baixa periculosidade, podendo gerar impacto pelo seu grande volume e dispostos em locais inadequados apresentam vários problemas (COSTA, RIBEIRO, 2013).

Quanto aos resíduos de limpeza pública ou urbana originários da varrição, limpeza de logradouros, vias públicas e outros serviços de limpeza urbana, estes apresentaram um valor de 5,77% dos resíduos denunciados pelo aplicativo Eco-on. Cabe destacar que este tipo de resíduo deveria ser descartado corretamente pela comunidade e recolhido pela prefeitura municipal de São José do Herval/RS.

Com o intuito de apresentar um panorama geral dos resultados, a Figura 3 apresenta a localização das 23 denúncias em locais de depósitos de resíduos inadequados. As marcações em verde identificadas no mapa são as denúncias já atendidas (Status no aplicativo: Fechada) enquanto as marcações em vermelho caracterizam-se por denúncias que ainda não foram atendidas (Status no aplicativo: Aberta).

Figura 3: Mapa de localização das denúncias no município de São José do Herval/RS com a identificação em pontos verdes com a denúncia já atendida e em pontos vermelhos com a denúncia em aberto.



Fonte: Autores (2020).

O aplicativo apresentado neste trabalho é um projeto piloto no município de São José do Herval/RS e servirá de instrumento para melhorias na área do meio ambiente do próprio município. A partir destes testes iniciais, o aplicativo encontra-se finalizado, apto a uso da comunidade hervalense.

Estudos realizados por Silva (2019), através também do desenvolvimento de um aplicativo similar a este estudo, observou-se 37 pontos de descarte irregular de materiais para o município de Soledade/RS. As denúncias foram computadas no aplicativo e observou-se que os principais materiais gerados foram resíduos de construção civil, resíduos verdes, resíduos volumosos, resíduos domiciliares e resíduos de serviços de saúde. O estudo ainda afirma que o uso e o desenvolvimento de novas tecnologias para atender as locais e regionais vem a encontro desta nova realizada baseada na informação e tecnologia, de forma a apoiar e assessorar potenciais transformações sociais, econômicas e culturais do município onde está inserida.

Atualmente o município de São José do Herval atua conta com um processo de coleta seletiva, destinando seus resíduos para o aterro sanitário da Minas do Leão/RS. Apesar de ser um município considerado pequeno, com 2.204 habitantes segundo IBGE 2010, diagnosticou-se 23 denúncias no aplicativo “*Eco-on*” em apenas dois meses de estudo. Neste sentido, as práticas vinculadas a educação ambiental são apresentadas como um vetor resultante da articulação de diversos meios e experiências educativas que facilitam a percepção integrada do meio ambiente. Segundo Philippi Jr. e Aguiar (2012), a compreensão da natureza complexa do meio ambiente, derivada da conexão de seus aspectos biológicos, físicos, sociais, econômicos e culturais, encontra-se entre os objetivos fundamentais da educação ambiental. Com ela, o homem deve adquirir valores e conhecimentos para participar da prevenção e da solução dos problemas ambientais de forma responsável e eficaz.

5 Considerações finais

A partir da análise dos resultados obtidos, é possível afirmar que o aplicativo *Eco-on* atendeu ao objetivo proposto de identificar o descarte inadequado de resíduos no município de São José do Herval/RS. As principais denúncias recebidas foram referentes aos resíduos domiciliares secos, resíduos volumosos, resíduos industriais, resíduos verdes, resíduos da construção civil, resíduos de limpeza pública e resíduos domiciliares orgânicos.

Desse modo, após a realização do teste com uso do aplicativo, propõe-se a formação de parceiras para tornar o aplicativo uma ferramenta de controle ambiental vinculada ao Departamento do Meio Ambiente em São José do Herval e demais entidades parceiras na exequibilidade do estudo. Ainda, salienta-se que o estudo perpassa várias áreas do conhecimento e, por conseguinte, engloba a participação de várias entidades importantes para eficácia do aplicativo.

Para pesquisas futuras, sugere-se a ampliação da pesquisa para outros municípios, bem como um estudo da análise da eficiência do aplicativo *Eco-on* no controle e fiscalização do descarte de resíduos sólidos abrangendo com a ampliação da base de dados. Por fim, destaca-se que com o desenvolvimento de aplicativos em prol da sociedade, fica evidente o sentido de existir uma universidade pública junto às ações de inovação e desenvolvimento de novas tecnologias para atender as demandas locais e regionais, de forma a explorar e divulgar potenciais transformações sociais, econômicas e culturais geradas por meio de ensino, pesquisa e extensão.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.v3.eco.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. Recuperado em 13 de agosto, 2019, de <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2018/2019.pdf>>.
- ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. 2010. Disponível em: <http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2010.pdf>. Acesso: 22 ago. 2019.
- ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2014/>>. Acesso: 26 ago. 2019.
- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2016 Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso: 26 ago. 2019.
- ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. 2017. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf>. Acesso: 12 ago. 2019.
- ANVISA. **Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde**. Brasília/DF, 2006. Disponível: <http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf>. Acesso: 11 nov. 2019.
- BONATO, S.; SCHWANTZ, P. I.; PRESTES, M. M. B.; BOHRER, R. E. G.; LARA, D. M. Administração pública no âmbito da gestão de resíduos sólidos: um diagnóstico no município de Soledade/RS. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v.11, n. 1, 2021.
- BARBOSA, R. P.; IBRAHIN, F. I. D. **Resíduos sólidos: impactos, manejo e gestão ambiental**. São Paulo: Érica, 2014.
- BRASIL. **Lei n.º 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Poder Legislativo. Brasília/DF. 2010. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2010/lei-12305-2-agosto-2010-607598-publicacaooriginal-128609-pl.html>>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- COSTA, B. S.; RIBEIRO, J. C. J. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: direitos e deveres**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2013.
- FERREIRA, G. L.; SAMBINELLI, F. **Recycler**: Um Aplicativo Móvel Colaborativo para Reciclagem de Materiais. São Paulo/SP. 2017. Disponível em: <https://hto.ifsp.edu.br/portal/images/thumbnails/images/IFSP/Cursos/Coord_ADS/Arquivos/TCCs/2017/TCC_Gabriel_de_Lira_Ferreira_A1420607.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2019.
- FREIRE, A. C.; BALDI, M. Processo inovativo e indicadores estruturais: posição dos atores e trajetória tecnológica na rede de carnicultura Potiguar. **Organizações & Sociedade**, v. 21, p. 235-254, 2014.
- GOMES, D.; ZAMBAM, N. J. Sustentabilidade do espaço urbano: novas tecnologias e políticas públicas urbanístico-ambientais. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, n. 1, p. 310-334, 2018.
- HAFKESBRINK, J.; HALSTRICK-SCHWENK, M. A sustainable innovation scorecard for the electronics industry innovation system. **Indicator Systems for Sustainable Innovation**, Physica-Verlag HD, p. 143-177, 2005.
- HAYASHI, C.; SILVA, L. H. A. A gestão ambiental e sustentabilidade no Brasil. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 7, 2015.
- HJORT, L. C.; PUJARRA, S.; MORETTO, Y. Aspectos da gestão ambiental pública e privada: Análise e Comparação. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 73-81, 2016.
- HORBACH, J. Methodological aspects of an indicator system for sustainable innovation. **Indicator systems for sustainable innovation**, Physica-Verlag HD, p. 1-19, 2005.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sao-jose-do-herval/pesquisa/23/25207?tipo=ranking>>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- IPESA. **Do Lixo À Cidadania Guia Para A Formação De Cooperativas De Catadores De Materiais Recicláveis**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/371191/mod_resource/content/1/Texto_7a.pdf>. Acesso em: 26 out. 2019.
- JACOBI, P. R.; GIATTI, L. Inovação e Sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, n. 20, v. 04, 2017.
- KAMADA, T. P. B.; CARPEJANI, J.; ISHIDA, C. Y.; GOMES, M. L. R.; NEVES, L. A. P. Análise das plataformas de desenvolvimento mobile aplicados na área educacional, usando Android e Windows Phone. Estudo de caso: aplicativo planetas no Windows Phone. **Renote**, v. 10, n. 1, 2012.
- KRAUSE, G. A. Transformação digital: como as empresas terão que se adaptar? **Trabalho de Conclusão do Curso (Design de Produto na Era Digital)** – Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.
- KUSI-SARPONG, S.; GUPTA, H.; SARKIS, J. A supply chain sustainability innovation framework and evaluation methodology. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 7, p. 1990-2008, 2019.
- LAGUE, G. **Desenvolvimento do aplicativo Eco-on. Guaíba/RS: Editora? Que publicou?**. 2019.
- LARA, D. M.; CONCATTO, M. C.; BOHRER, R. E. G.; COSTA, E. S.; LEMES, L. B.; PRESTES, M. M. B.; SILVA, J. D. S. Novas tecnologias aliadas ao desenvolvimento sustentável: criação de app para monitoramento de pontos inadequados de descartes de resíduos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 433-452, 2020.
- LIRA, B. J. de M. Plano de reaproveitamento dos resíduos verdes por compostagem - UFRN campus central. 2018. 39 f. **Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação)** - Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- MAV, S. J.; LORASQUI, R. Proposta de um aplicativo móvel para localização de pontos de descarte de resíduos especiais. **Rev. Cient. Multidisc. Núcleo Conhec.**, v. 5, n. 1, p. 912-921, 2017.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Guia para elaboração dos planos de gestão de resíduos sólidos**. Brasília/DF. 2011. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/guia_elaborao_plano_de_gesto_de_resduos_rev_29nov11_125.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.
- MORAES, A. A.R. **Desenvolvimento o logotipo Eco-on. Soledade/RS: Editora? Que publicou?**. 2019.
- PEGUIM, C. N. Estado, desenvolvimento sustentável e governança no Brasil: políticas públicas para energia e água pós Rio-92. **Esboços: histórias em contextos globais**, v. 27, n. 44, p. 78-93, 2020.
- PHILIPPI JR, A.; AGUIAR, A. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. São Paulo/SP: Manole, 2012.
- PINSKY, V.; KRUGLIANSKAS, I. Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos. **Estudos avançados**, v. 31, p. 107-126, 2017.
- RAMOS, J. de O. **A administração pública municipal e a gestão de riscos ambientais urbanos**. 2019. Recuperado em 27 de outubro, 2020, de <<https://jus.com.br/artigos/72513/a-administracao-publica-municipal-e-a-gestao-de-riscos-ambientais-urbanos>>.
- RIBEIRO, G. G.; Et al. **Reciclagem de resíduos orgânicos**. Universidade do Estado de Mato Grosso, 2011. Disponível em: <http://www.unemat.br/proec/compostagem/docs/folder_reciclagem_residuos_organicos.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2012.
- SÁ, V. M. B.; DUARTE, F. R. Sustentabilidade na Administração Pública: um estudo com secretários da Prefeitura Municipal de Salgueiro-PE. **Revista Opara - Ciências Contemporâneas Aplicadas**, v. 8, n. 3, p. 17-25, 2018.

SANTANA, A. C. S.; ANDRADE, N. B. S.; SILVA, J. D. O. M.; SEIXAS, A. C. M.; SOUZA NETO, C. M. Processo de criação de um aplicativo móvel na área de terapia intensiva e sua aplicabilidade na enfermagem: um relato de experiência. International Nursing Congress Theme: Good practices of nursing representations in the construction of society, 9 a 12 mai. 2017. **Anais...** Tiradentes: UNIT, 2017.

SCHWANTZ, P. I.; ROTH, J. C. G.; SANTOS, E. F.; LARA, D. M. Reciclagem de resíduos oleosos: ação de sensibilização ambiental com alternativas de reciclagem pela produção artesanal de sabão. **Revista Estudo & Debate**, v. 27, n. 1, p. 39-55, 2019.

SCHWANTZ, P. I.; GARCIA, G. A.; OLEA, V. R.; ZATT, W. B.; NETO, L. M. Crisis, Management and Co-Production of Public Service in the Area of Health. **Administratio Publica**, p. 142.

SILVA, J. D. S.; CONCATTO, M. C.; BOHRER, R. E. G.; COSTA, E. S.; LEMES, L. B.; PRESTES, M. M. B.; LARA, D. M. Novas tecnologias aliadas ao desenvolvimento sustentável: criação de app para monitoramento de pontos inadequados de descartes de resíduos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 433-452, 2020.

SILVA, L. F. S. A transformação digital e a sua relação com a reestruturação dos processos de negócio no SEBRAE/RN. **Trabalho de Conclusão do Curso** (Bacharelado em Administração). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

SILVA, A. D. C.; ROCHA, L. V.; MACHADO, A. P.; GUTIÉRREZ, D. M. G.; SANTOS, L. S.; GUTIÉRREZ, C. B. Sistema de automação para captação de águas pluviais e gerenciamento hídrico residencial utilizando aplicativo móvel. **Revista Espacios**, v. 38, n. 19, 31p., 2017.

TAHIM, E. F.; DAMACENO, M. N.; ARAÚJO, I. F. Trajetória tecnológica e sustentabilidade ambiental na cadeia de produção da carcinicultura no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, p. 93-108, 2019.

VASCONCELOS, L. J.; FERREIRA, H. A.; DOMINGUES, J. P.; DOMINGUES, M. A.; SILVA, H. P. Desenvolvimento de um Aplicativo Móvel para Fiscalização do Uso dos Recursos Hídricos (SIGFIS). **Anais do XII Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais**, p. 39-48. SBC, 2021.

WIRTH, I. G.; OLIVEIRA, C. B. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e os modelos de gestão. **Catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional**. Brasília: Ipea, 2016.

Submetido em: 11.08.2021

Aceito em: 10.11.2021