

IV SUSTENTARE & VII WIPIS
WORKSHOP INTERNACIONAL
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE PUC-CAMPINAS WIPES IBC-UFOP

Apoio: Agência das Relações PCJ COMITÊS PCJ

UMA PROPOSTA DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA MULTI-COOPERATIVAS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Fernando Ernesto Kintschner, Professor Extensionista, PUC-Campinas
fek@puc-campinas.edu.br

Denise Helena Lombardo Ferreira, PPG Sustentabilidade PUC-Campinas
lombardo@puc-campinas.edu.br

Núbia Luana Gonzaga de Freitas, Faculdade de Sistemas de Informação, PUC-Campinas
nubia.gonzaga_13@hotmail.com

Bruno Caboclo Dos Santos Ribeiro, Faculdade de Sistemas de Informação, PUC-Campinas
ribeiro.caboclo@gmail.com

Júlia de Miranda Gomes, Faculdade de Engenharia de Computação, PUC-Campinas
julia.mg3@puccampinas.edu.br

João Pedro Cunningham Zanholo, Faculdade de Engenharia de Computação, PUC-Campinas
joao.pcz@puccampinas.edu.br

Resumo

O mundo moderno favorecido pela industrialização e tecnologia tem ocasionado algumas consequências desastrosas para o meio ambiente, sobretudo no tocante aos resíduos sólidos gerados. Nesse sentido, a reciclagem tornou um elemento essencial da atualidade. A reciclagem de resíduos sólidos não apenas proporciona a preservação dos recursos naturais, como possibilita a geração de emprego e renda. No contexto organizacional, as informações e os dados precisam ser organizados e apresentados de forma significativa e nesse sentido, esta pesquisa visa apresentar uma proposta de um Sistema de Informação para cooperativas de recicladores de resíduos domésticos e industriais, com a finalidade de melhorar a eficiência e a eficácia dos processos, e como consequência aumentar a produção e a renda dos associados. O Sistema de Informação desenvolvido para a gestão de cooperativas de recicláveis utiliza o Método de Gestão de Projetos Ágeis tendo como base o Scrum da Engenharia de Software. Como resultado, foi implantado o Sistema de Informação por módulos - Módulo de Cadastros, Módulo Financeiro, Módulo Produção, Módulo Relatórios e Módulo Equipamentos. O Sistema de Informação deve ser evoluído em uma nova etapa e a próxima fase é a realização de testes em campo para os ajustes necessários.

Palavras-chave: Cooperativas de Reciclagem, Sistemas de Informação, Resíduos Sólidos.

1. Introdução

A atualidade imposta pela praticidade tem gerado a aquisição de um expressivo aumento de produtos descartáveis e, como consequência um acúmulo na geração de resíduos sólidos. Esse problema é mundial, de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA

(2020) são gerados 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos anualmente com a previsão de 3,4 bilhões de toneladas em 2050, o que representa um aumento de aproximadamente 70%.

O Brasil é um dos países que mais gera resíduos sólidos (IPEA, 2020). Em 2008, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2008) já alertava que no Brasil eram coletadas 259.547 toneladas de resíduos sólidos por dia, sendo que apenas 2% desses resíduos eram separados em materiais recicláveis ou recuperados como composto orgânico.

O IPEA (2020) assinala que em 2018, o Brasil gerou aproximadamente 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos, com a coleta de 92%, dos quais 59,5% foram dispostos em aterros sanitários e 40,5% foi despejado inadequadamente em lixões ou aterros controlados.

A disposição irregular de resíduos sólidos acarreta consequências desastrosas, como contaminação de solos, cursos d'água e lençóis freáticos, além de propiciar a disseminação de diversas doenças.

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, ABRELPE (2022) iniciativas de concessão em resíduos sólidos apresentaram desenvolvimento mais significativo a partir de 2015, sendo que em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos regulamentou o Decreto no 7.404/2010, Lei nº 12.305/2010, (BRASIL, 2010) que indica proibições relacionadas ao tratamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos e prevê a concessão de subsídios e incentivos fiscais para a atividade de reciclagem.

Para ABRELPE (2022), a existência de uma legislação específica para disciplinar e orientar as atividades relacionadas à gestão de resíduos é reconhecida como sendo da maior importância, entretanto a sua efetividade e implementação na prática são fundamentais para que suas disposições resultem em mudanças, o que em geral alguns entraves têm sido observados, como a falta de recursos financeiros e aplicação inadequada dos recursos existentes, além de falta de vontade política para resolver essa situação de forma definitiva e no longo prazo.

A reciclagem de resíduos sólidos não apenas proporciona a preservação dos recursos naturais, como possibilita a geração de emprego e renda. Alcântara et al. (2019) ao analisarem a estrutura de gestão de uma cooperativa em Araras (SP) na perspectiva da economia solidária observaram que a iniciativa contribui substancialmente nos aspectos socioeconômicos dos cooperados, chegando a ser a única fonte de renda de algumas unidades familiares. Ademais, os mesmos autores destacam que o fato dos trabalhadores estarem inseridos numa cooperativa proporciona segurança e estabilidade.

Entretanto, é necessário a adequada gestão dos resíduos sólidos, pois do contrário, como assinalam Picchiali e Senigalia (2019), os problemas decorrentes do gerenciamento inadequado podem ocasionar riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

A ciência e a tecnologia podem auxiliar na forma apropriada do manejo e gerenciamento dos resíduos sólidos (ABDEL-SHAIFY; MANSOUR, 2018). Um Sistema de Informação para a gestão de atividades ou processos de uma organização possibilita, como assinalam Laudon e Laudon (2010), distribuir informações para subsidiar a tomada de decisões e coordenação de uma organização.

Neste sentido, o objetivo desta pesquisa consiste em apresentar uma proposta de um Sistema de Informação para cooperativas de recicladores de resíduos domésticos e industriais, com



a finalidade de melhorar a eficiência e a eficácia dos processos, e como consequência aumentar a produção e a renda dos associados.

2. Fundamentação teórica

O crescimento populacional e o aumento do padrão de vida têm proporcionado o expressivo incremento na geração de resíduos sólidos urbanos.

Abdel-Shafy e Mansour (2018) assinalam que a gestão inadequada dos resíduos sólidos provoca mudanças nos ecossistemas, como poluição do ar, da água e do solo, e consequentemente constitui uma ameaça à população. Nesse sentido, os mesmos autores salientam a relevância da ciência e tecnologia para a adequada gestão dos resíduos sólidos. Na mesma linha, Bourscheid e Farias (2014) destacam a importância social da ciência e tecnologia, podendo atuar no desenvolvimento de atitudes positivas em prol da sustentabilidade.

Ferreira, Kintschner e Sugahara (2022) apontam sobre a relevância de incorporar a reciclagem dos resíduos sólidos no sentido de atenuar a degradação ambiental. Desse modo, as cooperativas de reciclagem tornam essenciais para o aumento da vida útil de aterros sanitários, pois produtos com expressivo valor agregado deixam de ir para os aterros sanitários e passam a ser fonte de renda para os mais vulneráveis.

Saueressig, Sellitto e Kadel Júnior (2021) com o objetivo de identificar e descrever o papel de duas cooperativas sediadas no Rio Grande do Sul no processo de retorno dos resíduos sólidos à indústria concluíram que os principais resultados foram a compreensão dos papéis sociais que é gerar renda para população vulnerável; ambiental, que é reduzir o uso de aterros municipais e conscientizar populações sobre reciclagem; e econômico, que é oferecer matéria-prima e combustível a baixo custo que cooperativas desempenham nas comunidades e cadeias de suprimentos que abastecem.

Para Alcântara et al. (2019) a união de forças e os esforços da população por meio de cooperativas, juntamente com empresas e governos, pode proporcionar a construção de um plano eficiente para coleta e processamento de recicláveis.

Ressalta-se que a reciclagem está em consonância com o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável - ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis - Meta 12.5 - Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso, com ações e escolhas pessoais (NAÇÕES UNIDAS, 2022).

Braga e Ribeiro (2021) apontam para a necessidade do gerenciamento adequado de sistemas de resíduos sólidos, a fim de diminuir e/ou eliminar técnicas de aterramento de resíduos e incorporar outras tecnologias que permitam a reutilização, o reuso e a reciclagem, de forma a contribuir com a diminuição das emissões dos gases de efeito estufa.

3. Método

O Sistema de Informação desenvolvido para a gestão de cooperativas de recicláveis utiliza o Método de Gestão de Projetos Ágeis tendo como base o Scrum da Engenharia de Software (MILARE; LARIEIRA, 2019; DUARTE, 2016; SOMMERVILLE, 2011). O sistema foi concebido a partir de atividades de um projeto de extensão universitária.



Para Pressman e Maxim (2016), o método de gerenciamento de projeto Scrum enfatiza o uso de um conjunto de padrões de processo de software, que tem demonstrado eficiência para projetos com curto prazo de entrega, mudança de requisitos e criticidade de negócio. O conjunto de atividades previstas pelo método são:

- Backlog do Produto: reuniões com os profissionais da Cooperativa para obter uma lista dos requisitos (funcionalidades) do Sistema de Informação. Neste trabalho em particular, além da reunião com a equipe dos profissionais, é realizado um estudo de campo das necessidades do público-alvo, com a participação da equipe de alunos e do professor com projeto de extensão.

- Sprints: unidades de trabalho com tempo pré-definido (duas a quatro semanas) em que as atividades do backlog do sprint são implementadas.

- Backlog do Sprint: reuniões da equipe de alunos com o professor orientador, antes de cada sprint, para que se obtenha uma lista de atividades definidas que ocorrem durante o sprint a ser iniciado.

As reuniões que ocorrem diariamente no método Scrum são curtas (15 minutos), realizadas pela equipe. São verificados os seguintes itens: O que foi realizado desde a última reunião de equipe. Quais obstáculos encontrados. O que planeja realizar até a próxima reunião da equipe.

- Demo: corresponde a entrega de um incremento do Sistema de Informação para o cliente. A entrega é feita ao final de cada sprint e este incremento, junto com os anteriores já desenvolvidos, não possuem todas as funcionalidades planejadas, mas sim aquelas que foram desenvolvidas até o último sprint.

Em síntese, o método de trabalho adaptado do Scrum consiste em:

- 1) Entender o problema a partir dos protótipos de telas.
- 2) Definir o cronograma de trabalho.
- 3) Definir Sprint e suas tarefas.
 - 3.1) Desenvolver as atividades definidas para o Sprint.
 - 3.2) Testar o DEMO.
 - 3.3) Apresentar ao usuário o resultado do Sprint.
 - 3.4) Definir novo Sprint (volta ao item 3).
- 4) Fim do desenvolvimento.

Para a construção do Sistema de Informação foram empregadas as seguintes tecnologias: Front-end: Angular (AYAZ, 2021) - Back-end: Python/Django (BARRY, 2018) (PERCIVAL, 2017), e banco de dados MySQL (KURNIAWAN, 2019).

4. Resultados

O professor extensionista em conjunto com os alunos de graduação iniciaram as atividades em 2019 a partir da realização de oficinas e reuniões com os funcionários e proprietários de uma cooperativa no interior do estado de São Paulo, com a finalidade de adquirir conhecimento sobre os processos administrativos e produtivos.



Com a finalidade de atender as principais necessidades da cooperativa, decidiu-se que o sistema deveria ser composto por cinco módulos – Módulo de Cadastros, Módulo Financeiro, Módulo Produção, Módulo Relatórios e Módulo Equipamentos.

A análise dos processos e seus mapeamentos da cooperativa em estudo resultou na Sistemografia do Sistema de Gestão de Cooperativas (Figura 1).

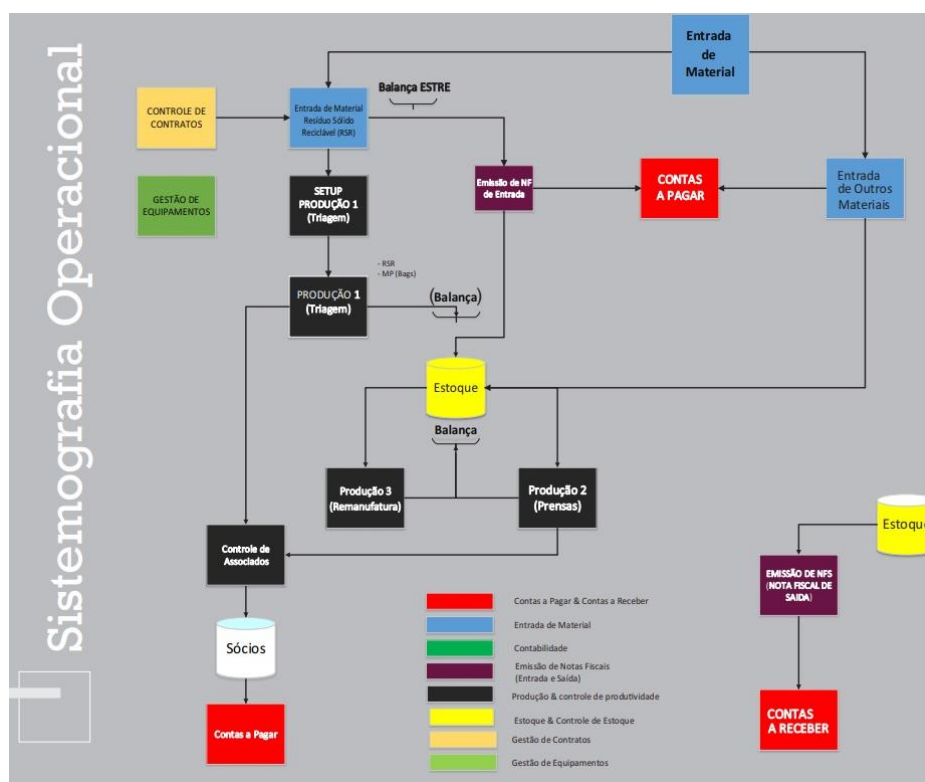


Figura 1. Sistemografia do Sistema de Gestão da Cooperativa.

Fonte: Elaboração própria.

O sistema foi implementado em três camadas: front-end, back-end e banco de dados. Cada uma das camadas tem que seguir suas respectivas necessidades durante a implementação. No front-end utiliza-se o Angular framework, portanto esta camada é implementada em um servidor que tenha suporte para aplicações em node.js. No back-end utiliza-se o Django framework com a arquitetura Restful API - *Application Programming Interface*, portanto esta camada é implementada em um servidor que tenha suporte para aplicações em Python.

Para o Banco de Dados, a arquitetura escolhida foi o modelo relacional (MySQL). Para maior segurança, o servidor que armazena os dados tem que seguir o melhor padrão RAID (Redundant Array of Independent Disks) para que não haja risco de perda de informações, possibilitando a recuperação e *backup*.



A Figura 2 detalha o Diagrama Macro de Caso de Uso e a Figura 3 detalha o Diagrama Operacional de Caso de Uso.

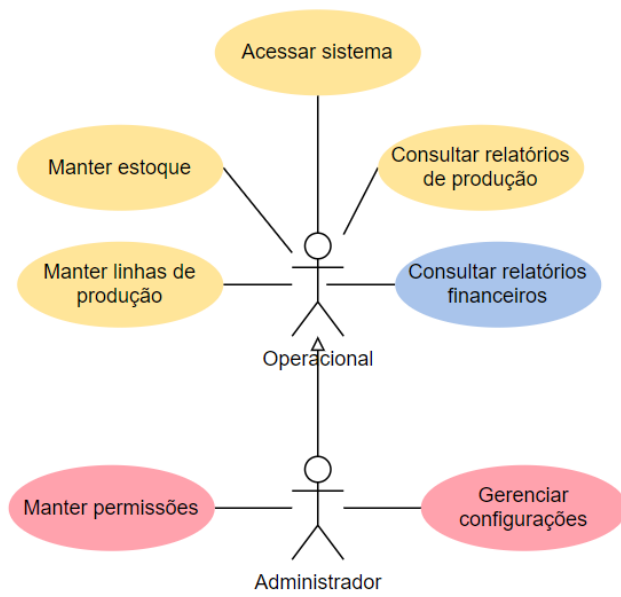


Figura 2. Diagrama Macro de Caso de Uso.

Fonte: Elaboração própria.

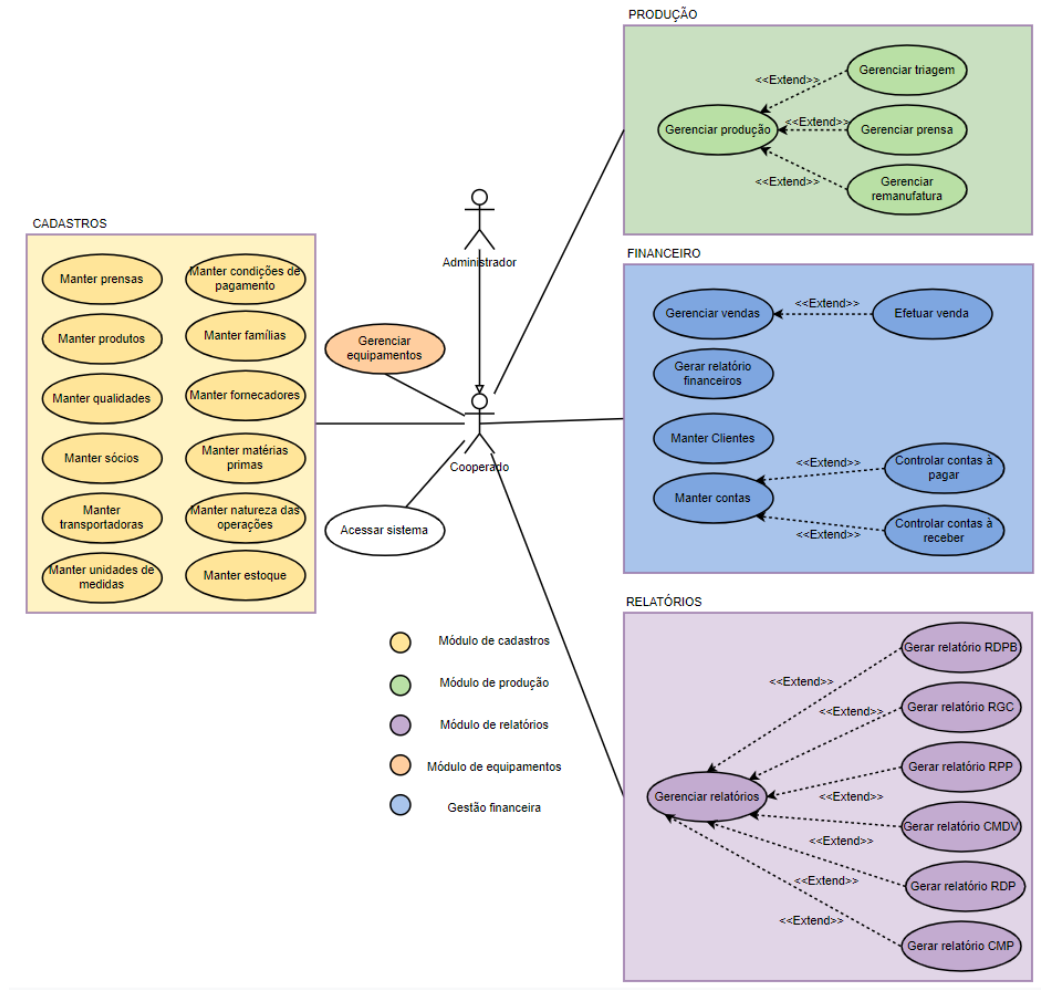


Figura 3. Diagrama Operacional de Caso de Uso.
Fonte: Elaboração própria.

Já a Figura 4 apresenta o Modelo Arquitetural destacando como funciona a arquitetura e os *frameworks* utilizados para o desenvolvimento deste projeto. Aplicou-se como base de dados o banco de dados relacional MySQL, para a confecção do back-end utilizou-se o *framework* Django e para o front-end utilizou-se o *framework* Angular.

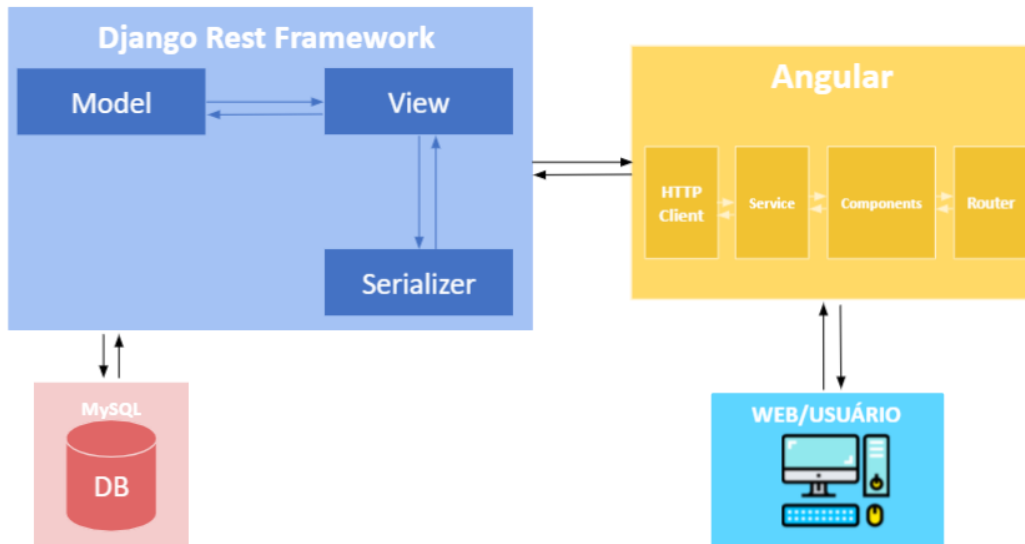


Figura 4. Modelo Arquitetural.
Fonte: Elaboração própria.

A partir dos 32 casos de uso (funcionalidades) apontados na Figura 3, destaca-se, a título de exemplo, o padrão de tela desenvolvido no Módulo Produção (composta por três funcionalidades: Triagem, Prensa e Remanufatura) – para a opção Pressar Produto (Figura 5).

IV SUSTENTARE & VII WIPIS
WORKSHOP INTERNACIONAL
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE PUD-GAMPINAS

Apoio: Agência das Rácias PCJ, COMITÊS PCJ

Cadastros	Notas Fiscais	Produção	Relatórios	Configurações	
Prensa		Prensa: 01 ↓	Lote: 01 ↓		
Data: 01/01/2019	Início: 13:45	Término: 18:05			
Sócio: Marcelo Dávila ↓	Situação: Xxx				
<input type="button" value="Iniciar Produção"/>		<input type="button" value="Finalizar Produção"/>		<input type="button" value="Pausar Produção"/>	
		<input type="button" value="Imprimir Etiqueta"/>			
Matéria Prima		Peso			
Jornal ↓		150 kg			
Revista ↓		160 kg			
Vidro ↓		80 kg			
Aço Carbono ↓		40 gr.			
Aço Carbono ↓		40 gr.			
<input type="button" value="Inserir Nova Linha"/>					
Produto		Peso			
RSI ↓		450 gr.			
Rejeito		20 kg			

Figura 5. Tela para uma das fases da Produção – Prensar Produto.

Fonte: Elaboração própria.

A partir da tela do sistema apresentada na Figura 5 observa-se que o Sistema de Informação desenvolvido pode servir como um facilitador para a cooperativa em estudo bem como para os seus funcionários.

5. Considerações Finais

O Sistema de Informação desenvolvido pelos alunos extensionistas em parceria com a população em geral e com empresas de diversos setores pode auxiliar a cooperativa em estudo e demais cooperativas de reciclagem. Para que isso ocorra é necessário construir um plano eficiente apoiado por políticas e ações governamentais, para coleta e processamento de produtos passíveis de serem reciclados.

Cada vez mais há a necessidade de reciclagem de produtos que podem ser transformados em matérias-primas para a confecção de outros produtos a fim de mitigar a crescente agressão ao meio ambiente.

Nesse sentido, a implantação de um Sistema de Informação como o apresentado neste estudo pode auxiliar na organização e aperfeiçoar a lucratividade das cooperativas, e como consequência gerar oportunidades de inserção no mercado de trabalho para as pessoas mais vulneráveis.



O Sistema de Informação deve ser evoluído em uma nova etapa e a próxima fase é a realização de testes em campo para os ajustes necessários.

6. Referências bibliográficas

ABDEL-SHAIFY, H.; MANSOUR, M. S. M. Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. **Egyptian Journal of Petroleum**, v. 27, n. 4, p. 1275-1290, 2018.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Universalização da Limpeza Urbana**. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/wp-content/uploads/2021/05/ABRELPE-Universalizacao-da-Limpeza-Urbana-Concessoes-Mai.21.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2022.

ALCÂNTARA, L. C. S.; SILVA, A. G. da; COSTA JÚNIOR, J. M.; PEREIRA, A. G.; VICENTINI-POLETTE, C. M. Economia Solidária: Estrutura de Atuação e Conhecimento da Cooperativa de Recicladores “Araras Limpa” de Araras/SP. **Desenvolvimento em Questão**, ano 18, n. 51, p. 355-368, 2019. <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2020.51.355-368>

AYAZ, M. A. **Angular Cookbook**. Packt Publishing, 1. ed., 2021. 652 p.

BARRY, P. **Python**. Alta Books, 2018. 616 p.

BOURSCHEID, J. L. W.; FARIAS, M. E. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014.

BRAGA, A. F.; RIBEIRO, H. Coleta seletiva na Cidade do Cabo: que lições podemos tirar? **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 163-184, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/12210>>. Acesso em: 28 ago. 2021.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.html>. Acesso em: 03 mai. 2018.

DUARTE, L. **Scrum e Métodos Ágeis: Um Guia Prático**. 5. ed. Porto Alegre: Luiz Tools, 2016. 142p.

FERREIRA, D. H. L.; KINTSCHNER, F. E.; SUGAHARA, C. R. Sistema de controle de produção e de estoque aplicado às cooperativas de reciclagem. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 18, n. 51, p.151-165, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14122>>. Acesso em: 12 jun. 2022.



IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03 jul. 2022.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**, 2020. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

KURNIAWAN. A. **Python and MySQL Development** (English Edition) eBook Kindle, 2019.

LAUDON, K; LAUDON, J. **Sistemas de informação gerenciais**. São Paulo: Pearson, 2010.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 03 jul. 2022.

MILARE, B. N., LARIEIRA, C. L. C. Gestão de riscos em projetos de desenvolvimento de software com Scrum: um estudo de caso. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 10 n. 3, p. 95-108, 2019. <https://doi.org/10.5585/GeP.v10i3.11363>

PERCIVAL, B. **Test-Driven Development with Python: Obey the Testing Goat: Using Django, Selenium, and JavaScript** (English Edition). 2. ed., E-book Kindle, 2017. 626 p.

PICCHIAI, D.; SENIGALIA, F. Gestão de Resíduos Sólidos Integrada às Responsabilidades das Micro e Pequenas Empresas e do Poder Público Municipal. **Desenvolvimento em Questão**, ano 17, n. 49, p. 112-135, 2019. <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2019.49.112-135>

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. S. **Engenharia de Software: uma Abordagem Profissional** - Tradução: João Eduardo Nóbrega Tortello. Revisão técnica: Reginaldo Arakaki, Julio Arakaki, Renato Manzan de Andrade, 8. ed. Porto Alegre: Amgh Editora, 2016. 968p.

SAUERESSIG, G. G.; SELLITTO, M. A.; KADEL JÚNIOR, N. Papel das cooperativas de reciclagem no retorno de Resíduos Sólidos Urbanos à indústria. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, e6537, 2021. <https://DOI:10.17765/2176-9168.2021v14n2e6537>

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Pearson AddisonWesley, 2011. 544p.