

# SISTEMA WEB PARA FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Victor Vinícius Amaral de Oliveira<sup>[1]</sup>; Aida Araújo Ferreira<sup>[2]</sup>; Diogo Henrique Fernandes da Paz<sup>[3]</sup>; Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa<sup>[4]</sup>

[1, 2, 4] INSTITUTO FEDERAL DE PERNAMBUCO - *Campus* RECIFE  
[3] INSTITUTO FEDERAL DE PERNAMBUCO - *Campus* CABO DE SANTOAGOSTINHO

Licença:



## Resumo

A rápida urbanização e o crescimento das atividades da construção em larga escala no Brasil têm gerado uma quantidade considerável de resíduos sólidos, responsável por 50% no país (SIENGE). Para o gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC) faz-se indispensável a ciência sobre o que está sendo gerado (dados qualitativos), quanto está sendo gerado (dados quantitativos) e qual o destino apropriado para este tal material. O estudo e monitoramento desses resíduos é recente no país, com o advento da resolução de número 307 Art. 3º do Conselho Nacional do Meio Ambiente, ficou melhor estabelecido quais materiais provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras enquadrariam-se como recicláveis, tais como tijolos, metais, tintas, entre outros. As partes interessadas neste processo, órgãos ambientais, usinas de beneficiamento e transportadoras, trabalham de forma independente, dificultando o monitoramento e gerenciamento destes resíduos, já que o compartilhamento de informações é ineficiente. O objetivo desse trabalho é proporcionar a órgãos ambientais gerenciar as denúncias realizadas dentro de seu município, assim facilitando e direcionando melhor a fiscalização, gerenciamento dos fiscais, para saber se o corpo de fiscais está sendo o suficiente para atender a demanda de denúncias e um mapa de acompanhamento de denúncias para traçar as melhores estratégias de acompanhamento, podendo saber qual o melhor trajeto a ser pego e verificar o maior número de denúncias. O tipo de pesquisa adotada será a aplicada, que tem como definição ser um estudo científico voltado a solucionar algum problema específico, que já é conhecido, visando aplicá-lo de maneira prática, interferindo no mundo. Foi usado os *frameworks CodeIgniter*, para servir de auxílio para *PHP*, e *ReactJS* para a renderização de interfaces de interação com o usuário. Os resultados atingidos são voltados aos órgãos ambientais sendo eles, o gerenciamento de denúncias, trazendo informações sobre seu status podendo ser pendente, inválida ou ponto irregular e a referência geográfica do ponto, como latitude e longitude, o gerenciamento de fiscais, contendo informações relevantes ao órgão ambiental responsável e um mapa de acompanhamento de denúncias, que com o auxílio da latitude e longitude são mostrados pontos no mapa para realizar melhor a identificação. A fim de contribuir na mitigação deste problema, propõe-se com este trabalho o desenvolvimento de um Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (SIGERCON), como o intuito de contribuir numa maior interação entre as partes dedicadas a solução deste problema. Este contribui com a melhoria do processo atual o automatizando e assim permitindo uma maior eficiência para a realização de tal atividade.

**Palavras-chave:** *sistema web.construção civil.resíduos*

## Abstract

Rapid urbanization and the growth of large-scale construction activities in Brazil have generated a considerable amount of solid waste, accounting for 50% in the country (SIENGE). For the management of Civil Construction Waste (RCC) it is essential to be aware of what is being generated (qualitative data), how much is being generated (quantitative data) and what is the appropriate destination for this material. The study and monitoring of these residues is recent in the country, with the advent of resolution number 307 Art. 3 of the National Council for the Environment, it was better established which materials from constructions, renovations, repairs and demolitions of works would fit as recyclable, such as bricks, metals, paints, among others. The parties interested in this process, environmental agencies, processing plants and transporters, work independently, making it difficult to monitor and manage these residues, since the sharing of information is inefficient. The objective of this work is to provide environmental agencies with the management of complaints made within their municipality, thus facilitating and directing inspection, management of inspectors, to know if the body of inspectors is being enough to meet the demand for complaints and a map denouncement follow-up to outline the best follow-up strategies, being able to know the best route to be taken and verify the highest number of denouncements. The type of research adopted will be applied, which is defined as a scientific study aimed at solving a specific problem, which is already known, aiming to apply it in a practical way, interfering in the world. CodeIgniter frameworks were used to support

PHP and ReactJs for rendering user interaction interfaces. The results achieved are aimed at Organs environmental agencies, namely, the management of complaints, bringing information about their status, which may be pending, invalid or irregular point and the geographical reference of the point, such as latitude and longitude, the management of inspectors, containing information relevant to the responsible environmental agency and a map for monitoring complaints, which, with the help of latitude and longitude, points are shown on the map for better identification. In order to contribute to the mitigation of this problem, this work proposes the development of a Solid Waste Management System for Civil Construction (SIGERCON), with the aim of contributing to greater interaction between the parties dedicated to solving this problem. This contributes to the improvement of the current process by automating it and thus allowing greater efficiency for carrying out such activity.

Keywords: system web. Construction civil. waste solid.

## Introdução

O setor da construção civil é um dos maiores contribuidores para alavancar o desenvolvimento do país, sendo responsável por geração de empregos, produção de matérias e serviços essenciais para o processo produtivo. Como consequência de tamanha intensidade de atividades o ramo da construção civil tem gerado enormes volumes de resíduos da construção e demolição (RCD), sendo responsável por cerca de 57% do total de resíduos gerados nas áreas urbanas. (ABRELPE,2016).

Em 2016, mesmo com a crise econômica sofrida no país, a construção civil ainda era responsável por mais da metade do investimento no Brasil. Segundo José Carlos Martins, presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, uma recuperação consistente da economia brasileira passa pelo reaquecimento da atividade do setor. (CBIC,2016).

Um problema deste setor é a geração de resíduos da construção civil (RCC). A Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que discorre sobre a gestão destes resíduos, define que os resíduos da construção civil “são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”.

## Problemática

Infelizmente no Brasil somente 1 em cada 5 obras realizam corretamente o descarte dessas matérias. As obras geram cerca de 84 milhões de metros cúbicos de resíduos por ano, sendo reaproveitado cerca de 17 milhões, ou seja, apenas 20% da produção anual (ABRECON).

A má disposição destes RCC causa inúmeros problemas para a sociedade, tais como: poluição visual, poluição das águas e do solo e também torna-se um atrativo para vetores de doença. (PAZ,2014).

## Pergunta(s)/Hipótese(s)

O uso de um sistema integrado, que permita uma agilidade na verificação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos (PGRCC), é uma das formas de melhorar a eficácia da gestão municipal em relação à RCC. O PGRCC é uma resolução estabelecida pela Conama nº 307/2002 visando à obrigatoriedade da elaboração e a implementação do PGRCC para as empresas da construção civil, buscando reduzir os impactos causados com a implantação de procedimentos para o manejo e destinação ambientalmente adequada. Já que no PGRCC as empresas descrevem quais tipos de materiais serão utilizados, quantidade de materiais que será utilizado e gerado como resíduos.

Os PGRCC elaborados pelas construtoras irão facilitar o cadastramento e monitoramento das transportadoras e na destinação final destes resíduos, pois deverão ser adequados baseado na produção de resíduos da empresa. A ferramenta Sigercon (Sistema de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil), como parte do trabalho de pesquisa, nasce com a proposta de contribuir na gestão com mais eficácia dos RCC nos canteiros de obras, dando suporte às construtoras por meio da apresentação de alternativas simples, gerenciando receita para a empresa e melhorando sua responsabilidade socioambiental.(PAZ,2014).

Neste sentido, Paz (2014) desenvolveu a especificação para o *software* Sigercon, que tem como objetivo a gestão mais eficiente dos RCC nos canteiros de obras, ao dar apoio às construtoras através da apresentação de alternativas simples, que gere receita para empresa e melhore sua responsabilidade socioambiental.

O Sigercon está dividido em quatro módulos:

1. Módulo I – trata da área de construtoras e seu gerenciamento, incluindo obras e custos;

2. Módulo II – Através dos órgãos ambientais, realiza o controle da quantidade de resíduos coletados nos logradouros públicos; mapeamento dos pontos de deposição irregular de RCD no município.
3. Módulo III – Cadastro e monitoramento das transportadoras de resíduos;
4. Módulo IV – Trata da destinação final, incluindo cadastro de clientes que receberão o RCC e elaboração de relatórios de movimentação dos resíduos.

## **Objetivo**

Este trabalho visa o aprimoramento do módulo II, de órgão ambiental, na ferramenta Sigercon. Os aprimoramentos estão relacionados com a criação de tais funcionalidades: denúncia, fiscais, caracterização de resíduos e mapa de acompanhamento de ponto de descarte irregular.

1. Denúncia
  - a. Permitir a manipulação dos dados enviados ao sistema para serem fiscalizados pelo órgão ambiental. Tais denúncias contará com dados de localização, latitude e longitude, descrição do entorno em que se encontra e quais os tipos de matérias depositados ali.
2. Fiscais
  - a. Entidade que terá a função de fiscalizar *in loco* as informações passadas para o sistema.
3. Mapa de acompanhamento
  - a. O mapa contará com informações sobre as denúncias passadas pelo sistema, dando a localização recebida no site assim auxiliando no processo de fiscalização pois será mais direcionado.
4. Caracterização de resíduos
  - a. Permitirá ao órgão ambiental ter ciência da produção de resíduos dentro de tal município.

## **Justificativa**

Para o planejamento da gestão de RCC dentro do canteiro de obras, é necessário possuir um conhecimento prévio do que está sendo gerado (dados qualitativos), o quanto está sendo gerado (dados quantitativos), e qual a destinação adequada a ser dada a esse material.

Apesar de já existirem pesquisas voltadas à caracterização desses resíduos, ainda não foi elaborado um banco de dados confiável que dê subsídios às empresas na tomada de decisão referente ao gerenciamento dos RCC. (PAZ, 2014).

Para atingir uma melhor otimização do gerenciamento dos RCC, faz-se necessário uma maior envoltura da parte dos Órgãos Ambientais durante toda execução de alguma obra da construção civil. Visando alcançar tal objetivo a Conama nº 307/2002 constituiu o PGRCC, determinando para os grandes geradores que os mesmos estabeleçam procedimentos substanciais para o manejo e destinação adequadas, ambientalmente, dos resíduos. (PAZ, 2014)

## **Referencial teórico/Estado da arte**

Segundo Pereira (2017), a rápida urbanização e o crescente adensamento dos centros urbanos têm provocado o aumento da produção de resíduos sólidos, ocasionando em vários problemas. Com isso os resíduos produzidos são considerados um problema ambiental pelo fato de serem depositado de maneira irregular, tendo em vista tal problema, a criação de estratégias para reaproveitamento de tais resíduos geram um grande benefício ambiental.

Segundo Calixto, existe pontos que devem ser mudados para que o setor da construção civil reduza a geração ou reutilize os resíduos da construção civil. Tendo como um dos principais pontos a falta de um maior comprometimento por parte da sociedade e das empresa no que se diz respeito a gestão de resíduos.

Devido ao fato de ainda apresentar um grande desperdício e elevada geração de resíduos, a alternativa que torna-se mais viável seria redução na geração de resíduos. Apesar de existir diversas aplicações viáveis o Brasil por mais que gere um quantidade significativa de resíduos, não tem uma cultura de reutilização e reciclagem bem difundida, e quando praticada, a reciclagem dos resíduos são feitas de maneira rudimentar, conclui Calixto.

## **Materiais e Métodos/Metodologia**

Tendo em vista a intenção do objeto de pesquisa, que com o auxílio da ferramenta Sigercon, há uma busca na resolução dos problemas gerados pelo mal planejamento e gerenciamento de RCC e RCD da construção de civil.

O tipo de pesquisa adotado será a aplicada, que tem como definição ser um estudo científico voltado a solucionar algum problema específico, que já é conhecido. Visando aplicá-lo de maneira prática, interferindo no mundo.

O sistema foi desenvolvido utilizando *Hypertext Preprocessor* (PHP), *JavaScript*, *Hypertext Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS). Os *frameworks* utilizados são o *CodeIgniter* e o *ReactJS*.

O Sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) utilizado no projeto é *MySQL* (open source). O *Apache Tomcat*, *open source*, é utilizado como servidor de aplicação.

O PHP é a linguagem de programação adotada para desenvolvimento de tal aplicação, pois tendo em vista que a aplicação é voltada para *web* o PHP tem uma maior facilidade de aprendizado, de interagir com HTML, isto acaba a credenciando.

O *CodeIgniter* que é um *framework* voltado para PHP, permitindo um desenvolvimento mais rápido, pois fornece um vasto número de bibliotecas para as tarefas comumente necessárias.

O *ReactJS* é um *framework* voltada para a camada de *view*, interação com o usuário, que permite que quem a esteja utilização desenvolva muito mais rápidos pois a linguagem permite a criação de componentes reutilizáveis facilitando uma evolução na criação.

## Resultados e Discussões

O segundo módulo foi construído baseando-se com uma arquitetura, vide figura 1, sendo composta por *front-end*, responsável pela interação com o usuário, criado com o auxílio do *ReactJS*, o tratamento dos dados é realizado pelo *CodeIgniter* e o banco de dados sendo modelado com o sistema de gerenciamento de bando de dados *MySQL*.

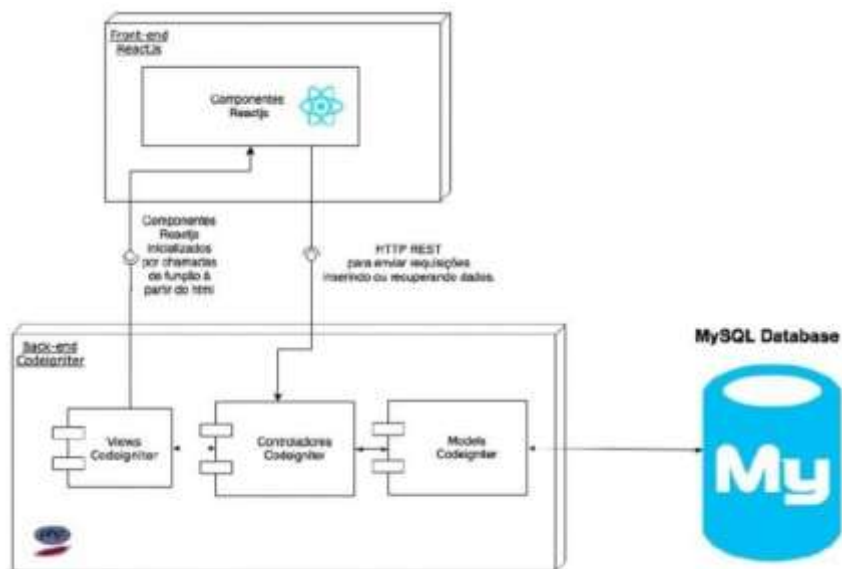


Figura 1 - . Fonte: SIGERCON.

Tal módulo tratará do gerenciamento realizado pelos órgãos ambientais, realiza o controle de obras, pontos irregulares, ecopontos, áreas de transbordo e triagem (ATT's), transportadoras e destinações, o objeto de pesquisa deste artigo o aprimoramento de tal módulo com a adição das funcionalidades de controle de denúncias, de fiscais e monitoramento de denúncias.

A aba de controle de denúncias contém uma lista de todas as denúncias realizadas, figura 2. Retornando a quantidade de detritos baseado em analogia, saco para pequeno porte, caçamba para médio e terreno para grande, a data do envio e o status da denúncia, inválida para as que não se caracterizaram como denúncia, pendente para aquelas que não foram fiscalizadas e ponto irregular para as que se caracterizam como denúncia.

Denúncia					
✓	Identificador da denúncia	Quantidade	Data de envio	Status da denúncia	Ação
<input type="checkbox"/>	7	Terreno	29/01/2018	Pendente	
<input type="checkbox"/>	10	Terreno	03/04/2018	Inválida	
<input type="checkbox"/>	11	Terreno	03/04/2018	Ponto Irregular	

Figura 2 - . Fonte: SIGERCON.

A aba de gerenciamento de fiscais contém uma lista de todos os fiscais vinculados ao órgão ambiental com sua identificação, nome, e-mail e telefone (figura 3). Já na aba de monitoramento é gerado um mapa para gerir as denúncias sendo **I** para as denúncias inválidas, **PI** para as denúncias de ponto irregular e **P** para as denúncias pendentes (figura 4).

Fiscais do município					
✓	Identificador do(a) fiscal	Nome	Email	Telefone	Ação
<input type="checkbox"/>	2	Fiscal 1	fiscal@teste.com	12331313	
<input type="checkbox"/>	4	Fiscal 2	fiscal@teste.com	12331313	

Figura 3 - . Fonte: SIGERCON.

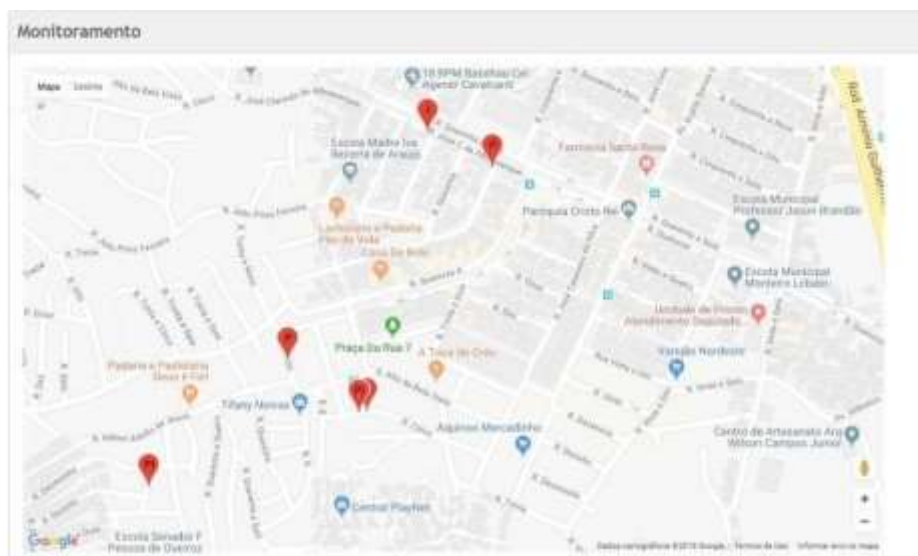


Figura 4 - . Fonte: SIGERCON.

Na aba de caracterização de resíduos contém informações sobre o município tal qual a população no último censo, total de área licenciada, taxa de crescimento anual e afins (figura 5). Também é correspondente a esta aba a geração de gráficos de resíduos por classe, sendo A, B, C ou D (figura 6), e um outro gráfico para a geração de resíduos por tipo de material, podendo ser concreto, argamassa, material miúdo, solo, tijolo, madeira e metal (figura 7).

Caracterização dos resíduos
<b>Informação sobre o município</b>
População no último censo: 20048 habitantes
Ano do último censo: 2015
Taxa de crescimento anual: 1.30
Total de áreas licenciadas(10): 448,73%
Quantidade de áreas analisadas: 3

Figura 5 - . Fonte: SIGERCON.



Figura 6 - . Fonte: SIGERCON.

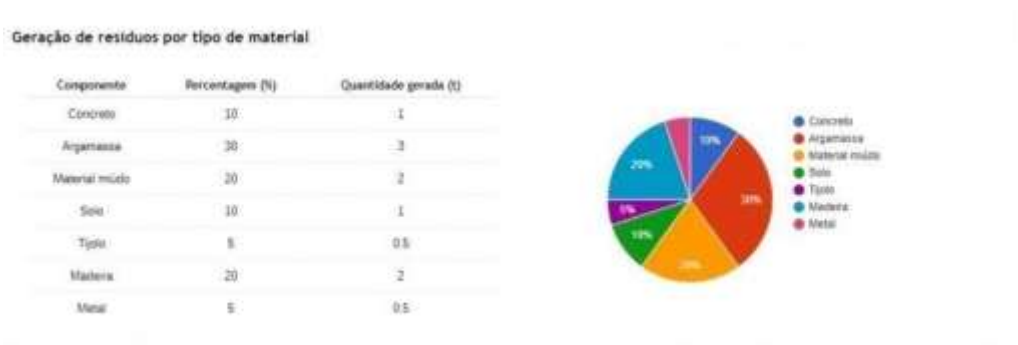


Figura 7 - . Fonte: SIGERCON.

## Considerações finais

Os resultados obtidos com o sistema mostraram que permitem uma integração mais robusta entre os módulos existentes do Sigercon. A automatização dos processos englobados pelo sistema planeja que os órgãos ambientais que utilizarem o sistema possam agilizar as atividades associadas aos resíduos sólidos de construção civil.

## Apoio

Instituto Federal de Pernambuco Campus Recife

## Agradecimento

Os autores agradecem ao IFPE Campus Recife e aos professores pelo suporte dado durante a pesquisa.

## Referências:

- ABRECON, Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Resíduos da construção e demolição: geração**. Goiana: ABRECON, 2016. Disponível em: <<http://abrecon.org.br/residuos-da-construcao-e-demolicao-geracao-de-emprego-e-renda>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.
- ABRELPE, Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Pública E Resíduos. Resíduos sólidos urbanos. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016**. 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.
- Apache Tomcat, versão 7.x. Disponível em: < <http://tomcat.apache.org/> > Acesso em: 20 abr 2019.
- CALIXTO, Jhones Remos Macêdo da Rocha;. **Análise da atual situação do Brasil quanto a geração e gestão dos resíduos sólidos com ênfase na construção civil**. 2017. TCC (Graduação) - Engenharia Civil, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Araruna, 2017. Disponível em: <<http://dSPACE.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/14995>>. Acesso em: 18 de maio de 2018.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **PARA CONSTRUÇÃO CIVIL, RESULTADO DO PIB É COERENTE COM A CRISE**. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2017. Disponível em:

<<http://www.cbicdados.com.br/menu/home/pib-2016>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

CodeIgniter, 2.x. Disponível em: < <https://www.codeigniter.com/docs/> > Acesso em: 20 abr 2019.

CSS, versão 3. Disponível em: < <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/CSS> > Acesso em: 20 abr 2019.

PAZ, D. H. F. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de edificações urbanas.** . 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, 2014. Disponível em: <[http://www.pec.poli.br/exibir\\_teses/2014](http://www.pec.poli.br/exibir_teses/2014)>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

**PHP.** PHP Manual. Disponível em: < <http://php.net/manual/en/index.php> >. Acesso em: 20 abr 2019.

Pereira, Grazyelle Rocha. Rebelo, Silene. Wahrlich, Júlia. Silva, Flávia Arcari da. Simioni, Flávio José.. **AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA UNIDADE DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 8º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos** . 2017. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/210/151>>. Acesso em: 18 de maio de 2018.

ReactJs, versão 16.13.0. Disponível em : < <https://pt-br.reactjs.org/> >. Acesso em: 22 nov 2019.

SIENGE. **Tudo sobre os resíduos sólidos da construção civil.** Florianópolis: SIENGE, 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.