

## **RELATÓRIO TÉCNICO DE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA PAVIMENTAÇÃO DE ESTRADAS RURAIS: ESTUDO DE CASO, ACESSO LINHA POPI - ITAPIRANGA**

Givanildo Martins de Quadros<sup>1</sup>  
Maciel Welter<sup>2</sup>  
Aline da Silva Nunes<sup>3</sup>  
Ana Cláudia De Azevedo<sup>4</sup>  
Bianca Caroline de Oliveira<sup>5</sup>  
Diego Leonardo Marquetti<sup>6</sup>  
Fábio Junior Alba<sup>7</sup>  
Fernando Ludwig<sup>8</sup>  
Gabriela Huppel<sup>9</sup>  
Leonardo Poletto<sup>10</sup>  
Luis Gustavo da Rocha<sup>11</sup>  
Rafael Niehues<sup>12</sup>  
Suelen Rauber<sup>13</sup>  
Taivan Lucas Grützmänn<sup>14</sup>  
Wesley Grings Delavy<sup>15</sup>

### **APRESENTAÇÃO**

A gestão correta dos resíduos de construção civil (RCC), tem sido um desafio a ser enfrentado por grandes, médios e pequenos municípios. Na prática, estes vem sendo depositados normalmente em bota fora e em alguns municípios, devido a interferência de órgãos fiscalizadores públicos, acabam fazendo parcerias e depositando em aterros licenciados.

---

<sup>1</sup>Professor do curso de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: givanildo@uceff.edu.br

<sup>2</sup>Professor do curso de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: macielwelter120278@gmail.com.

<sup>3</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: line\_snunes@hotmail.com.

<sup>4</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: aninhaclaudia.azevedo@hotmail.com.

<sup>5</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: bi\_oliveira26@hotmail.com.

<sup>6</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: diegolm95@hotmail.com.

<sup>7</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: fabio-alba@hotmail.com.

<sup>8</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: nandoludwig@hotmail.com.

<sup>9</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: gabrielahuppel@yahoo.com.br.

<sup>10</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: poletto\_leonardo@hotmail.com.

<sup>11</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: luisdarocha\_2011@hotmail.com.

<sup>12</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: rafaniehues.rn@gmail.com.

<sup>13</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: susu\_rauber@outlook.com.

<sup>14</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: taivamlucas7@hotmail.com.

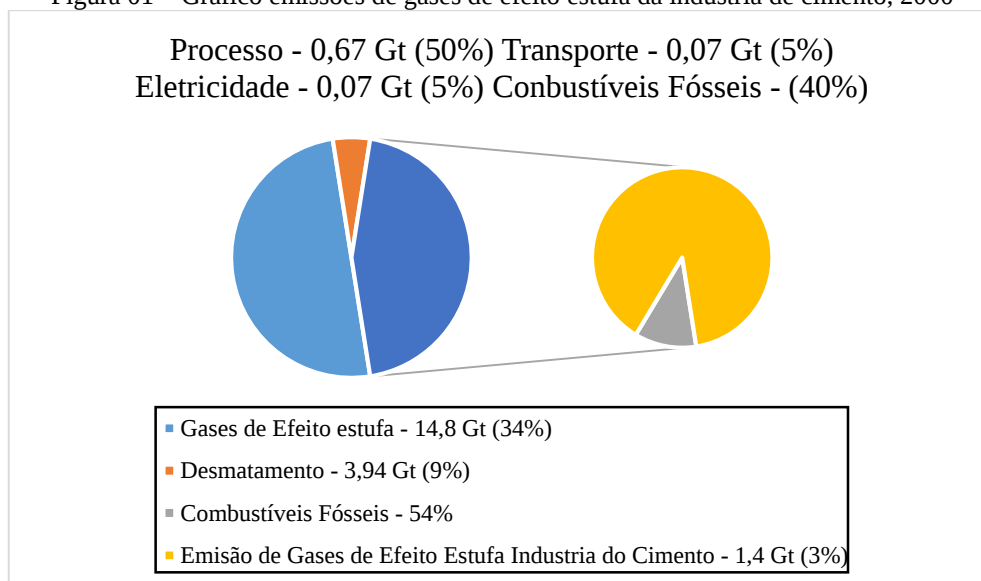
<sup>15</sup>Acadêmico de Engenharia Civil: Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga: wesleydelavy@gmail.com.

Há carência de estudos propondo destinação e/ou disposição a esses resíduos, que possuem potencial de reciclagem e reutilização. Neste sentido o Grupo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Resíduos Sólidos de Construção Civil – GEPERSCC, do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAI de Itapiranga/SC (UCEFF), vem apresentar relatório técnico de estudo para transformar os RCC de passivo ambiental em matéria prima para pavimentação de estradas rurais dos municípios.

## INTRODUÇÃO

A construção civil faz parte da vida das pessoas desde os tempos mais remotos aos dias atuais. Graças à necessidade da construção de moradia, o setor da construção desenvolveu várias técnicas que serviram de base par o desenvolvimento da sociedade, mas também é um setor que provoca grandes impactos ao ambiente. A Indústria do cimento, por exemplo, representa cerca de 5 % da produção de CO<sub>2</sub> no mundo, conforme gráfico da Figura 01.

Figura 01 – Gráfico emissões de gases de efeito estufa da indústria de cimento, 2000



Fonte: Adaptado de WBCSD (2002).

No Brasil, a indústria da construção civil representa um importante setor da cadeia produtiva nacional, em 2008 chegou a representar até 9,9% do PIB Nacional (IBGE, 2008), na mesma linha, estima-se que sejam geradas 31 milhões de toneladas de resíduo da construção civil (RCC) por ano (FERNANDEZ, 2012).

Com o decorrer dos anos, a poluição atingiu um nível insustentável, sendo que surgiram diversos problemas no mundo, em consequência a esse descaso com o meio

(BARCELLOS; Et al, 2009). Assim começou-se a perceber a importância de se procurar soluções acessíveis e com baixos investimentos, provocando os pesquisadores a trabalhar com novos métodos construtivos, evitando desperdícios e procurando formas de dar destinos mais nobres aos resíduos.

Mesmo com o uso de novos sistemas, com uma geração de resíduos reduzida, o lixo nunca deixará de ser gerado, pois o método convencional dificilmente deixará de existir e os sistemas de construção industrializadas, mesmo que em menor quantidade, também tem seus resíduos. Estes, por sua vez, possuem um grande potencial, podendo eles ser reutilizados ou até mesmo reciclados. Eles representam cerca de 60% da massa dos resíduos sólidos urbanos (KARPINSKI, 2009), sobrecarregando o sistema de limpeza pública.

Na região de abrangência da UCEFF, Kemerich et al (2013) desenvolveu pesquisa sobre a visão da população da cidade de Frederico Westphalen sobre a gestão de resíduos, mas de forma geral, havendo poucas pesquisas de RCC em âmbito regional.

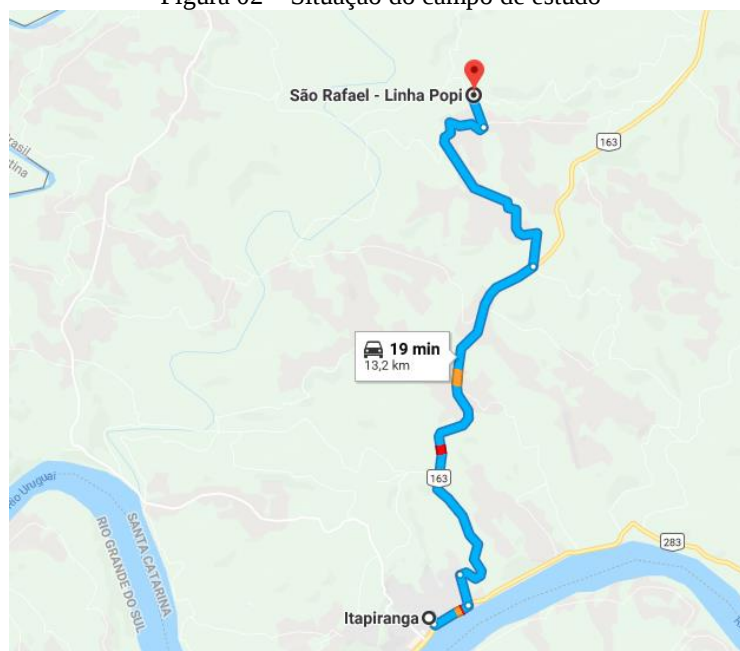
O propósito dessa pesquisa foi de utilizar os RCC na pavimentação de estradas de terra, utilizando materiais que seriam depositados em aterros ou descartados em bota fora, para melhorar a malha viária da região, com investimentos possíveis de serem realizados, com a intenção de propor soluções e resolver este problema enfrentado na atualidade.

A correta gestão desses resíduos traz benefícios em diversos âmbitos, como por exemplo o ambiental, através da reciclagem e reutilização desses materiais, bem como na infraestrutura de pavimentação, com a melhoria da pista de rolamento dos veículos. Portanto, é preciso desenvolver pesquisas para aplicar e utilizar esses resíduos de forma adequada, buscando o melhor custo-benefício e também o traço ideal.

## ÁREA DE ESTUDO

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON, no Brasil não há ainda um chamado mercado da reciclagem, em especial da construção civil, nesse intuito, o grupo visa uma destinação nobre para o RSCC, para isso foi escolhido um campo de teste, que serve de acesso à Linha Popi, interior do município de Itapiranga, Figura 02.

Figura 02 – Situação do campo de estudo



Fonte: Google Maps (2018).

O local foi escolhido a partir das condições de tráfego, pois serve de acesso a muitas propriedades produtoras de leite e aves, ou seja, tráfego de caminhões. O trecho trata-se de uma reta, cerca de 200 m, Figura 03, possibilitando a instalação sequencial dos campos de testes.

Figura 03 – Localização do campo de estudo



Fonte: Google Maps (2018).

O local foi devidamente sinalizado, Figura 04 para que os usuários da via transitassem de forma segura pelo local para evitar a possível ocorrência de incidentes.

Figura 04 – Identificação do campo de teste



Fonte: do Autor (2017).

## PROCEDIMENTOS E MATERIAIS

Para a realização da pesquisa do GEPERSCC, foram retiradas dos RSCC os polímeros, metais, madeiras, papel entre outros que possam interferir no processo. O Material foi recolhido nos municípios da região de Itapiranga, levados até a empresa Albater, onde foi realizada a moagem, Figura 05, determinação da granulometria, umidade dos materiais.

Figura 05 – Moagem do RSCC

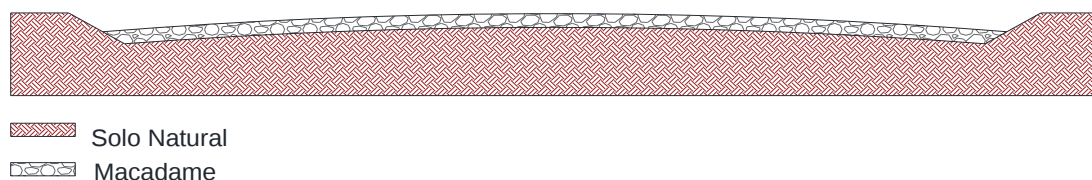


Fonte: do Autor (2017).

## PREPARO DO LEITO

Para o escoamento das águas superficiais foi executado a abertura das sarjetas em ambos os lados da estrada. Como se trata de uma via pública, este serviço foi executado pelo município de Itapiranga. Em seguida foi executado o abaulamento da seção transversal do leito natural da estrada, Figura 06, com inclinação de 3 a 4%. Em seguida deverá ser aplicada sobre este uma camada de macadame, o qual foi compactado. Como se trata de uma via pública, este serviço fica a cargo da Prefeitura Municipal de Itapiranga ou da sua contratada.

Figura 06 – Esquema de abaulamento do leito



Fonte: do Autor (2016).

Levantamento dos pontos topográficos da região de testes, por meio de equipamento (estação total), realizado pelo Centro Universitário FAI – UCEFF Itapiranga.

## GESTÃO DOS RESÍDUOS

A coleta foi feita por meio da disposição de containers de empresa privada, prestadora desse serviço no município. O município também realizou a coleta, com utilização de caminhão caçamba e retroescavadeira. Em ambos os casos, os resíduos foram encaminhados para a unidade de britagem da empresa Albater, na Linha Popi, interior do município de Itapiranga, para posterior beneficiamento (processamento).

Na triagem, Figura 07a, foram separados os resíduo sólido de construção civil (Classe A) de outros materiais, como: metais, plástico, madeira, materiais orgânicos, entre outros. Esse procedimento foi de responsabilidade do grupo de pesquisa (GEPERSCC) e da empresa Albater.

O processamento, consistiu na fragmentação dos RSCC, Figura 07b, para alcançar uma granulometria adequada para utilização no campo de teste. Esta etapa ficou a cargo da Albater e do GEPERSCC.

Figura 07– Triagem e Processamento do RSCC



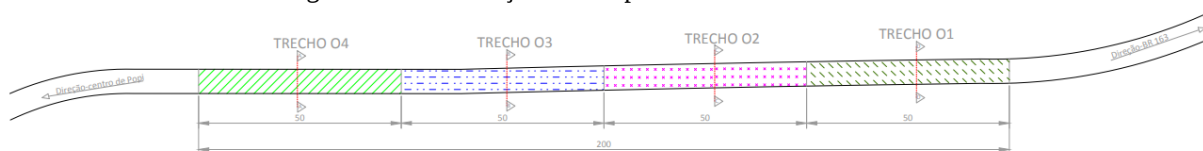
a: Processo de triagem; b: Processamento do RSCC.

Fonte: do Autor (2017).

## EXECUÇÃO DO CAMPO DE TESTE

O campo de testes foi executado em quatro trechos, conforme Figura 08, sendo contados sentido BR/SC 163, Linha Popi. Esta etapa ficou na responsabilidade da empresa Albater e GEPERSCC.

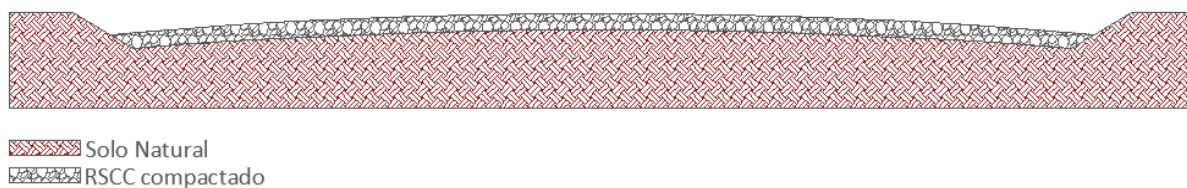
Figura 08: Identificação do campo de teste



Fonte: Do autor, 2016.

O trecho 01, com sei metros de largura e cinquenta metros de comprimento, foi constituído de pavimento natural como base, coberto por camada de dez centímetros de RSCC compactado, Figura 09.

Figura 09: Trecho 01



Fonte: Do autor, 2016.

O trecho 02, também com seis metros de largura e cinquenta metros de comprimento, constituído de pavimento natural como base, sendo escarificada e misturada com RSCC, aproximadamente dez centímetros e posteriormente compactada, Figura 10.

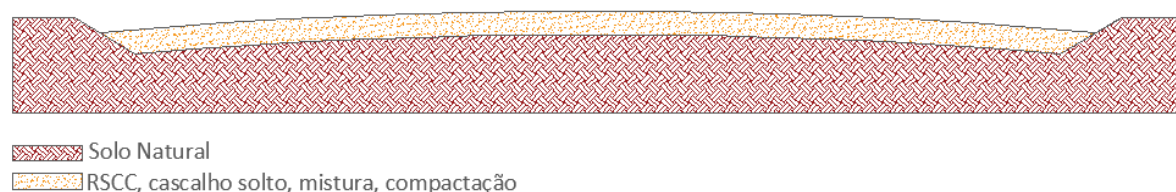
Figura 10: Trecho 02



Fonte: Do autor, 2016.

O trecho 03, igualmente com seis metros de largura, cinquenta metros de comprimento e constituído de pavimento natural como base, coberto por vinte centímetro de cascalho solto. Ao cascalho foi adicionado RSCC em camada de dez centímetros, ambos misturados e posteriormente compactados, Figura 11.

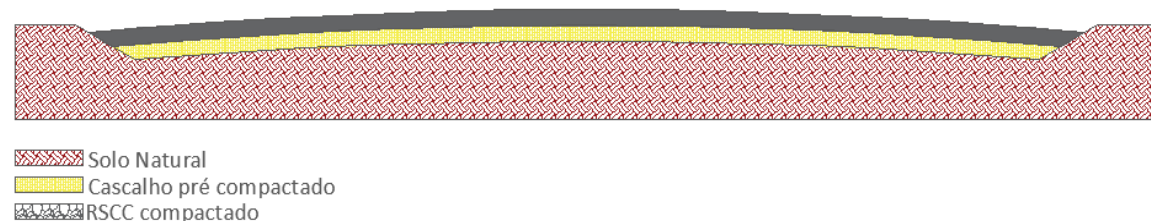
Figura 11: Trecho 03



Fonte: Do autor, 2016.

O trecho 04, com os mesmos seis metros de largura, cinquenta metros de comprimento, constituído de pavimento natural como base e escarificado, coberto por vinte centímetros de cascalho, sobre este, disposto uma camada de dez centímetros de RSCC, posteriormente misturado, Figura 12.

Figura 12: Trecho 04



Fonte: Do autor, 2016.

Após a execução do campo de testes, realizou-se o acompanhamento da condição da pista ao longo de sua utilização, sendo levantados dados de trafegabilidade, precipitação pluvial

e anomalias resultantes do transito de veículos. O local foi sinalizado, Figura 04, com placas que indiquem a existência de um campo de testes, bem como limitações de transito. Essa etapa foi de responsabilidade do grupo de pesquisa (GEPERSCC).

## RESULTADOS

O campo de teste foi executado conforme descrito no item 4.3 e acompanhado pelos acadêmicos e professores do GEPERSCC, Figura 13, observando o croqui, Figura 08 e os cortes esquemáticos, Figuras 09; 10; 11 e 12.

Figura 13: Execução do Campo de teste



Fonte: Do autor, 2017.

Após a execução dos quatro trechos do campo de testes, ocorreu o monitoramento diário durante 4 meses e 10 dias, entre 18 de novembro de 2017 à 28 de março de 2018. Neste tempo foi possível ter uma base de como os trechos se comportariam em relação à forma convencional de recuperação das estradas rurais do município, visto o grande tráfego de veículos pesados neste local. Após os 4 meses de monitoramento se deu o fim do experimento, pois alguns trechos já estavam com a trafegabilidade comprometida.

O trecho 02, onde somente o RSCC foi lançado sobre o solo natural previamente escarificado é o que obteve os piores resultados, chegando ao final do período de estudo em

péssimo estado, apresentando diversos buracos por todo seu percurso, o que acabou prejudicando bastante a trafegabilidade neste trecho, Figura 14.

Figura 14: Resultado Trecho 02



Fonte: Do autor, 2017/2018.

O trecho 04 por sua vez, onde foi feita a escarificação do solo natural e compactado com cascalho, para após ser feita a compactação do RSCC sobre esta base, apresentou melhores resultados em comparação ao trecho 02, pois ao final do período, houve o surgimento de menor

quantidade de buracos, mas mesmo assim, se manteve a dificuldade de trafegabilidade no trecho.

Figura 15: Resultado Trecho 04



Fonte: Do autor, 2017/2018.

Já o trecho 01, onde foi somente compactado o RSCC sobre o solo natural, apresentou resultados satisfatórios, apresentando ao longo de seu percurso alguns buracos de pequenas dimensões, ou somente apresentando o princípio do surgimento de buracos, mas que naquele momento não interferiam negativamente na trafegabilidade do trecho, Figura 16.

Figura 16: Resultado Trecho 01



Fonte: Do autor, 2017/2018.

Por fim, o trecho 03, o qual foi escarificado o cascalho, misturado ao RSCC e compactado, não apresentou buracos e manteve o abaulamento ao longo de todo o seu trajeto. Este, portanto, foi o trecho com melhores resultados dentre os 4 estudados, apresentando boas condições de trafegabilidade ao final do período.

Figura 17: Resultados dos Trechos 03



Fonte: Do autor, 2017/2018.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Baseando-se nos resultados apresentados acima, constatou-se que o trecho 02 apresentou o pior resultado, pelo fato de o solo natural ter sido escarificado e não compactado antes de acrescentar o RSCC. Por não ser compactado, o solo natural sofreu a ação das águas pluviais, que levaram parte de seus sedimentos, formando vazios. A passagem do tráfego sob a camada de RSCC acabou formando buracos no leito pelo fato da base de solo natural ter cedido em virtude dos vazios que nele haviam se formado.

Nos demais trechos, os resultados foram semelhantes, sendo que nos trechos 03 e 04 a base que recebeu o RSCC foi compactada e no trecho 01 a mesma já estava compactada. Percebe-se assim que a compactação da base influenciou diretamente na conservação dos trechos pois assim houve uma menor formação de vazios na base.

Analisando o aspecto econômico dos trechos 01 e 03, que obtiveram os melhores resultados, pode-se afirmar que o trecho 01 teve o melhor custo benefício, pelo fato de a sua

execução ter levado um tempo consideravelmente menor que os demais por não haver a necessidade de escarificar o solo. No entanto o trecho 03, manteve melhores condições de trafegabilidade, pois como teve o RSCC incorporado ao macadame, esta mistura diminui a segregação dos materiais finos presentes nos resíduos, mantendo assim a via com maior uniformidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELLOS, Christovam; Et al. **Mudanças Climáticas e Ambientais e as Doenças Infeciosas: Cenários e Incertezas para o Brasil**. Brasília, Epidemiologia e Serviço de Saúde. ISSN 1679-4974. 2009.

FERNANDEZ, Jaqueline Aparecida Bória. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA): Brasília, 2012.

Disponível em:

<[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911\\_relatorio\\_construcao\\_civil.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf)>. Acesso em: 15 de dezembro de 2016.

ITAPIRANGA, Prefeitura Municipal de. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Itapiranga, FUNASA, 2015.

KARPINSKI, Luisete A.; *et al.* **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil: Uma Abordagem Ambiental**. Porto Alegre, ediPUCRS, 2009.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). **A Iniciativa para a Sustentabilidade do Cimento**. Suíça: [S.l.], 2012. Disponível em: <

[http://csiprogress2012.org/CSI%20Progress%20Report%20-%20summary%20version%20\(Portuguese\)\\_for%20web.pdf](http://csiprogress2012.org/CSI%20Progress%20Report%20-%20summary%20version%20(Portuguese)_for%20web.pdf)>. Acesso em: 15 de dezembro de 2016.