# UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**TÍTULO DO PROJETO: INCORPORAÇÃO DE RCD EM CONCRETO: ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E APLICABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

# NOME DE ALUNO: CELSON GOMES DE HOLANDA JÚNIOR

**NOME DO ORIENTADOR: JOSÉ FLÁVIO TIMOTEO JÚNIOR**

Projeto apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil**,** da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito parcial para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso no semestre 2018.2. Neste documento consta:

* A solicitação de matrícula na disciplina de TCC;
* O termo de aceite do professor orientador e de ciência do discente;
* A descrição do projeto a ser executado;

|  |
| --- |
| **PARA USO EXCLUSIVO DA COORDENAÇÃO DE CURSO:** |
| ( ) Aprovado pelo Colegiado de Curso em: / /  ( ) Não aprovado.  Assinatura do Coordenador de Curso |

# PAU DOS FERROS – RN

**(NOVEMBRO, 2018)**

**SOLICITAÇÃO DE MATRÍCULA NO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **DADOS DO ALUNO REQUERENTE** | | | | | | | |
| NOME: | Celson Gomes de Holanda Júnior | | | | | FONE: | (84) 9 9611 5340 |
| MATRÍCULA: | | 2017006148 | | e-mail: | [celson](mailto:cgfabrantes@hotmail.com)10junior@hotmail.com | | |
| **DADOS DO PROFESSOR ORIENTADOR** | | | | | | | |
| NOME: | José Flávio Timóteo Júnior | | | | | | |
| Departamento de vínculo/centro: | | | Departamento de Engenharias e Tecnologia (DETEC) | | | | |
| e-mail: | flavio.timoteo@ufersa.edu.br | | | | | | |
| **DADOS DO PROFESSOR COORIENTADOR** (se não houver, deixar em branco) | | | | | | | |
| NOME: | Clawsio Rogério Cruz de Sousa | | | | | | |
| Departamento de vínculo/centro: | | | Departamento de Engenharias e Tecnologia (DETEC) | | | | |
| e-mail: | clawsio.cruz@ufersa.edu.br | | | | | | |

**TERMO DE CIÊNCIA E SOLICITAÇÃO DE MATRÍCULA EM TCC**

Eu, Celson Gomes de Holanda Júnior, na qualidade de aluno formando do curso de Bacharelado em Engenharia Civil, desta instituição, venho solicitar junto à coordenação do meu curso a minha matrícula na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC no semestre 2018.2. Declaro ter ciência das normas para realização do TCC.

Atenciosamente,

|  |  |
| --- | --- |
| Assinatura do aluno requerente | Pau dos Ferros – RN, de de |

# TERMO DE ACEITE DO ORIENTADOR

Eu, José Flávio Timóteo Júnior, na qualidade de professor desta instituição, lotada no Departamento de engenharias e tecnologia/Pau dos Ferros, declaro que aceito o compromisso de orientador o acadêmico descrito acima na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC no semestre 2018.2, caso sua matrícula venha a ser efetivada pela coordenação do curso ao qual o aluno está vinculado. Declaro ter ciência das normas para realização do TCC.

Atenciosamente,

|  |  |
| --- | --- |
| Assinatura do professor orientador | Pau dos Ferros – RN, de de |

# TERMO DE ACEITE DO COORIENTADOR

Eu, Clawsio Rogério Cruz de Sousa, na qualidade de professor desta instituição, lotada no Departamento de engenharias e tecnologia/Pau dos Ferros, declaro que aceito o compromisso de coorientador o acadêmico descrito acima na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC no semestre 2018.2, caso sua matrícula venha a ser efetivada pela coordenação do curso ao qual o aluno está vinculado. Declaro ter ciência das normas para realização do TCC.

Atenciosamente,

|  |  |
| --- | --- |
| Assinatura do professor coorientador | Pau dos Ferros – RN, de de |

# SUMÁRIO

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1.** | **INTRODUÇÃO ................................................................................................................................** | **4** |
| **2.** | **PROBLEMATIZAÇÃO...................................................................................................................** | **5** |
| **3.** | **OBJETIVOS ....................................................................................................................................** | **5** |
| **4.** | **JUSTIFICATIVA ............................................................................................................................** | **6** |
| **5.** | **REVISÃO TEÓRICA ....................................................................................................................** | **6** |
| **5.1** | **VIABILIDADE DA INCORPORAÇÃO DE RCD NA CONSTRUÇÃO CIVIL ......................** | **6** |
| **5.2** | **CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS NO RCD .............................................................** | **7** |
| **5.2.1** | **ANÁLISE POR DIFRAÇÃO DE RAIOS X .................................................................................** | **7** |
| **5.2.2** | **ANÁLISE POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X .....................** | **8** |
| **5.3** | **ÁREAS DE APLICAÇÃO DO CONCRETO ..................................................................** | **9** |
| **5.4** | **ESTUDO DA ARTE ...........................................................................................................** | **10** |
| **6.** | **METODOLOGIA ............................................................................................................................** | **11** |
| **7.** | **CRONOGRAMA .............................................................................................................................** | **14** |
|  | **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..........................................................................................** | **15** |

1. **INTRODUÇÃO**

Dentre os inúmeros segmentos da indústria, o ramo da Engenharia Civil é um importante segmento que por sua vez, serve de indicativo para averiguar a situação de desenvolvimento econômico e social do nosso país. Todavia, o mesmo representa uma atividade geradora de grandes impactos ambientais devido seu mau gerenciamento e ao intenso consumo de recursos naturais (VIANA e GODINHO, 2015).

Nesta conjuntura, inúmeros estudos foram feitos a cerca da quantidade de resíduos gerados pela construção civil, onde se pode destacar o estudo realizado por Pinto (1999), a quantidade de resíduos gerados pela construção civil está na faixa entre 0,23 a 0,66 ton/hab/ano, em média, nas cidades brasileiras. Segundo Marques Neto (2005) estes resíduos estão na fatia entre 51 e 70% da massa dos resíduos sólidos municipais, sendo os principais materiais: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, dentre outros.

Quando não se tem uma destinação adequada, estes resíduos são lançados ao meio ambiente clandestinamente em terrenos baldios, áreas às margens de rios e córregos, vias, logradouros públicos e qualquer outro local que seja de fácil acesso. Assim, essa má destinação vem produzindo problemas de ordem ambiental e de saúde pública e estética, o que acarreta em uma desvalorização imobiliária do terreno, além de favorecer a proliferação de insetos e de inúmeros vetores de doenças (MARQUES NETO, 2005).

Neste contexto, a incorporação de resíduos da construção civil em outra cadeia produtiva, é uma boa alternativa para uma diminuição da utilização e do consumo desordenado dos recursos naturais e consequentemente dos impactos causados pelos mesmos, tendo em vista a grande quantidade de resíduos descartados e além desta medida proporcionar um aumento da vida útil dos aterros existentes.

Por sua vez, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 2002) nº 307, Art. 2° Inciso IV, vem definir o agregado reciclável como sendo: “um material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras”.

Por fim, sabe-se que nos últimos anos ocorreu um desenvolvimento tecnológico muito grande, aumentando significativamente a produção de bens industrializados e o volume de recursos explorados. Atrelado a isso, grande quantidade de resíduo foi produzido, causando muitos problemas. Desta forma, buscar alternativas para destinação correta dos mesmos se faz de suma importância, haja vista que essa quantidade de resíduo só tende a aumentar devido a inúmeros fatores, sejam eles de caráter social ou tecnológico.

# PROBLEMATIZAÇÃO

# Sabe-se que a busca pelo desenvolvimento tecnológico, no âmbito da construção civil, ocorreu juntamente com o do homem com o passar dos anos. Esse avanço sempre foi marcado por obras construtivas grandiosas que impressionam até os dias atuais, devido à utilização de técnicas e tecnologias arcaicas elaboradas com o conhecimento da época. A exemplo disto, as pirâmides do antigo Egito representam obras monumentais que merecem destaque quando se fala em construções de caráter excepcional, no que diz respeito a grandiosidade da obra estrutural e de fundação, permanecendo quase que intactas com o passar dos anos.

# Nesta conjuntura, com o passar dos tempos, ocorreu uma evolução no que diz respeito às edificações construídas e seus materiais empregados. Atrelado a isso, a consciência ambiental tomou um lugar de destaque na fase de planejamento das obras, visto que os impactos das edificações começaram a causar danos à natureza de forma irreversível. Desta forma, a busca por materiais recicláveis que pudessem ser incorporados na cadeia produtiva do concreto começou a ganhar força.

# Assim, a busca por soluções para essa problemática de viés ambiental e econômico se propagou com o decorrer dos anos. Assim, visto o grande volume de RCD produzido nas obras, diversos estudos se propuseram a averiguar o desempenho e caracterizar este sedimento reciclável incorporado ao concreto.

# OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos que se pretende atingir com a realização da pesquisa aqui sugerida, de modo geral e também de modo específico:

# GERAL

Análise físico-química do RCD incorporado ao concreto, para avaliação de possíveis aplicações.

# ESPECÍFICOS

* Fazer uma análise físico-química, caracterizada pelas seguintes análises:
* Físicas:
* Granulometria;
* Limite de Liquidez;
* Limite de Plasticidade.
* Químicas:
* Fluorescência de Raios-X;
* Difração de Raios-X.
* Estudar as áreas de aplicação do concreto com RCD;
* Realizar ensaios mecânicos para comparar com outros trabalhos da literatura.

# JUSTIFICATIVA

# O presente estudo sobre a incorporação e aplicação do concreto com RCD é importante, visto que em uma realização de uma construção ou reforma, a produção de resíduos que podem ser reciclados, evitando assim a poluição do meio ambiente, é muito grande.

# Assim, na construção civil esta incorporação de RCD é vista como uma proposta inovadora, e já existem algumas formas de emprego deste tipo de concreto atualmente, como foi dito na introdução do trabalho sua aplicabilidade em pavimentos. Contudo, ainda existe a necessidade de realização de estudos para que a caracterização deste material seja mais conhecida, e consequentemente seja posta em prática sua utilização com maior abrangência no mercado, buscando sempre atender as especificações exigidas pelas normas brasileiras.

# Neste contexto, este trabalho busca desenvolver um maior entendimento a cerca da incorporação dos RCDs no concreto, analisando suas características físico-químicas e suas aplicabilidades no mercado.

# REVISÃO TEÓRICA

A construção civil estimula inúmeros problemas e impactos ambientais, fazendo com que a busca por materiais alternativos com viés econômico acessível, para minimização desta perturbação no meio e que sejam capazes de garantir a longevidade da estrutura, seja cada vez mais intensa. Assim, tendo em vista a grande geração de RCD nas construções, o mesmo se torna uma matéria prima alternativa para incorporação no concreto. Nesta conjuntura, para atingir os objetivos deste trabalho, propõe-se a seguinte estrutura de embasamento teórico.

5.1 VIABILIDADES DA INCORPORAÇÃO DE RCD NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Tendo em vista a localização, os Resíduos de Construção Civil são conhecidos por diferentes nomes, como por exemplo, Entulho, RCD, RCC e mais comumente de Resíduos de Construção.

Por sua vez, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Nº 307, de cinco de julho de 2002, os RCDs são materiais provenientes de construção, reforma, reparo e demolição de obras de construção civil, e ainda dos restos resultantes do preparo e da escavação do terreno (tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, dentre outros.). Desta maneira, o CONAMA vem a classificar os resíduos da seguinte forma:

* Classe A: os resíduos dessa classe são caracterizados por serem reutilizáveis ou recicláveis como agregados de construção, demolição ou reforma de pavimentos;
* Classe B: classe caracterizada por resíduos recicláveis para outras destinações, como: plástico, papel, metais e madeiras;
* Classe C: classe característica pela presença de resíduos que cuja reciclagem/ recuperação não foram desenvolvidos tecnologias economicamente viáveis, onde a exemplo disto, tem-se o gesso;
* Classe D: classe caracterizada por resíduos perigosos, como tintas e óleos, e produtos oriundos de obras em clínicas radiológicas, dentre outros.

Se analisarmos o produto proveniente da reciclagem perceberemos que o processo da reciclagem acarreta grandes impactos para meio ambiente, tendo em vista que para que tenhamos um produto que possa reingressar na cadeia produtiva, é necessário energia para transformar este material. Neste contexto, a energia inserida estará associada à aplicação final do produto, estando relacionado intimamente aos processos de transformação utilizados.

Contudo, deve-se levar em consideração que existe outros problemas ambientais relacionados à incorporação destes sedimentos em uma outra cadeia de produção, sendo a utilização de matérias primas para modificação física/química, uma delas (ÂNGULO, 2000).

Nesta conjuntura, o agregado de construção civil pode ser utilizado em substituição aos agregados naturais ou britados, todavia, a caracterização previa do sedimento reciclado dever feita, bem como as propriedades divergentes do agregado natural e o RCD devem ser analisadas e corrigidas quando necessário, tornando o produto final o mais próximo dos consagrados na indústria de construção (TANAKA e PINTO, 2011).

5.2 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM RCD:

Para um melhor entendimento da caracterização físico-química dos resíduos de construção civil, buscou-se a análise a partir dos seguintes procedimentos laboratoriais.

5.2.1 ANÁLISE POR DIFRAÇÃO DE RAIOS X;

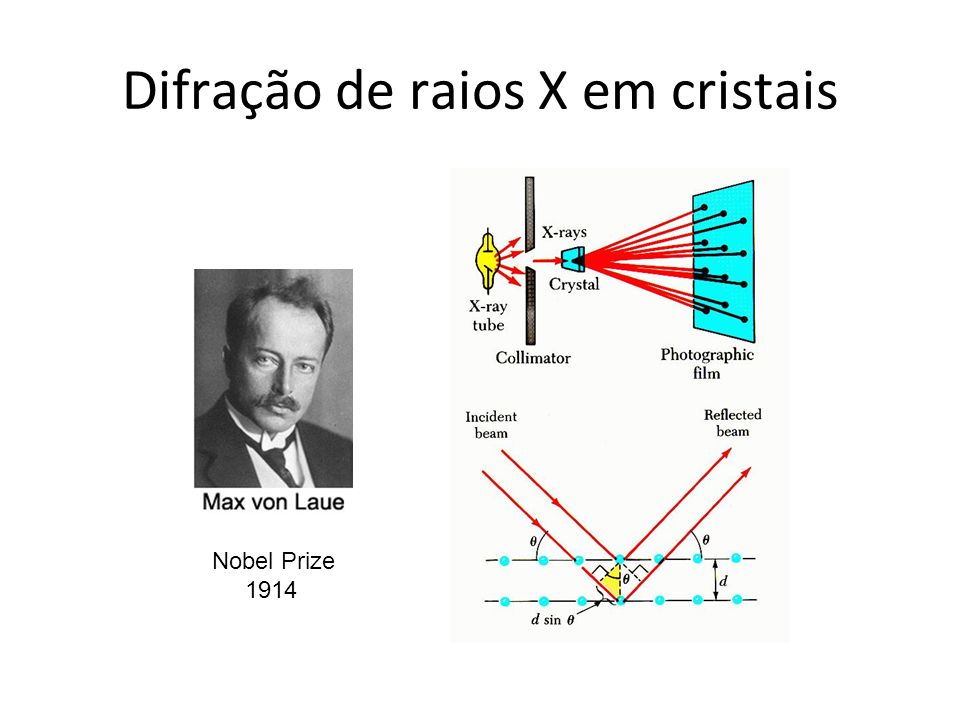
Segundo Acchar (2006) a técnica de difração de raios X, efetuada em materiais para sua caracterização, é de suma importância para o controle de processamento, de suas propriedades, bem como sua qualidade final.

Neste contexto, ainda segundo Acchar (2006), os ensaios de difração de raios X vem a proporcional a identificação e quantificação das fases cristalinas dos materiais. Assim, seu uso não é indicado em materiais semicristalinos ou que não tenham uma estrutura cristalina bem definida, visto que esta análise não consegue caracterizar materiais amorfos.

Historicamente, os raios X forram descobertos pelo físico alemão Wilhelm Roentgen, sendo estes nada mais que ondas eletromagnéticas de comprimento de onda muito curtem (da ordem esta de 1 Å = 10-10). Desta maneira, quando um feixe de radiação monocromática incide sobre uma partícula, a mesma pode sofrer difração. Para que isso venha a ocorrer é necessário que obrigatoriamente o tamanho da partícula seja da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda da radiação incidente (ACCHAR, 2006).

Assim, Acchar (pag. 11, 2006) vem a afirmar que os raios X podem ser produzidos pelo “bombardeamento num alvo metálico de um feixe eletrônico produzido por um gerador de alta energia e (50 KV) emitido por um filamento aquecido”. Assim, o espectro resultante da difração de raios X pode ser entendida como uma representação da intensidade difratada de raios X em função do ângulo, como pode-se ver abaixo na Figura 1.

Figura 1: Difração de raios X em um cristal.



Fonte: Mosca (2014)

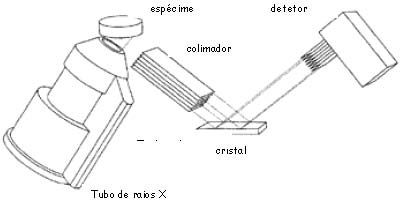
5.2.2 ANÁLISE POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X (FRX).

Em suma, a análise por espectrometria de fluorescência de fluorescência de raios X consisti basicamente no resultado da absorção fotoelétrica. Assim, esse procedimento submete o material, seja ele cristalino ou não, a um feixe incidente de raios X policromático com energia conhecida. Posteriormente, são emitidos raios X secundários, sendo estes característicos das espécies químicas, fator esse que vem a ser preponderante para que estas espécies venham a ser identificadas e quantificadas suas respectivas concentrações (ACCHAR, 2006).

Neste contexto, o entendimento da equação de Bragg[[1]](#footnote-1) se faz de suma importância, pois a mesma serve como referência para interpretação dos espectrogramas de fluorescência de raios X, por mais que as mudanças que as variações que compõe a equação tenham neste caso significado diferente do ensaio de difração (ACCHAR, 2006).

Assim, os ensaios de fluorescência de raios X têm como principal objetivo vir a fornecer explicações (quantitativas e qualitativas), sobretudo, da composição de um determinado material (ACCHAR, 2006). Abaixo, na Figura 2, pode-se constatar uma visão esquemática da análise por espectrometria de fluorescência de raios X.

Figura 2: Espectrometria de fluorescência de raios X.



Fonte: Trindade (2016).

5.3 ÁREAS DE APLICAÇÃO DO CONCRETO COM RCD

Sabe-se que existem inúmeras formas de reaproveitar os materiais provenientes dos entulhos de construções civis, desde seu nível em sua forma bruta, seja para regularização de terrenos, para utilização como elemento de suporte para base e sub-base em vias, como elemento na confecção do concreto para revestimento, em blocos de concreto, em pavers, em pavimentos de concreto, por exemplo, (PANDOLFI, 2016).

Inúmeros estudos estão sendo desenvolvidos no que diz respeitos a utilização do RCD como agregado reciclado, tendo uma viabilidade de empregabilidade complicada no Brasil, tendo em vista o pouco gerenciamento desses materiais, uma vez que a qualidade para o emprego deste agregado reciclado na pavimentação, por exemplo, é muito importante (JOHN; AGOPYAN, 2000).

Em seus estudos, Lima (1999) afirma que o uso de RCD reciclado incorporado a pavimentos é onde se obtém os melhores resultados, vindo a superar inclusive os pavimentos com agregado convencional. Tseng (2010) vem afirmar também que a confecção de pavimentos de concretos com o uso de agregado reciclado tem bons resultados.

Por sua vez, Corinaldesi e Moriconi (2009) vêm a propor que a utilização de agregados provenientes de RCD é algo viável para argamassas de assentamento não apenas pela questão ambiental, mais, sobretudo por melhorar a interface argamassa-bloco, que costuma ser o elo frágil da estrutura produzida.

Por fim, segundo Canedo, Brandão e Peixoto Filho (2011) o traço de argamassa alcançado com o uso de RCD em sua composição obteve resultados positivos com relação ao ensaio de aderência a tração, sendo esta de ótimo uso como argamassa para revestimento.

5.4 ESTADO DA ARTE

Para Nogueira (2013) pode-se afirmar que o uso de sedimentos reciclados para fabricação de concretos é extremamente viável, tendo em vista as propriedades mecânicas desempenhadas quando incorporado o RCD no processo fabril. Contudo, averiguar para o abatimento do concreto é de suma importância para se ter um produto final de qualidade.

Segundo Pandolfi (2016), em seus estudos de análise de corpos de prova de concreto usando RCD, constatou-se através do ensaio de compressão e de tração por flexão que os melhores resultados se deram com 5% de substituição do agregado natural pelo agregado graúdo reciclável, quando se comparava com o concreto de referência. Sendo isso causado pela hidratação retardada do cimento pela água contida nos poros do RCD, o que veio a melhorar sua resistência.

Canedo, Brandão e Peixoto Filho (2011), vêm destacar que o revestimento com argamassas usando resíduos recicláveis de construção civil tem resultados semelhantes à argamassa tradicional. Além de, esse sistema de reaproveitamento dos RCDs se mostrar viável tecnicamente nas obras atuais, tem um impacto financeiro e ambiental positivo, tornando-se um produto atrativo para inovação na construção civil.

No que diz respeito à dosagem dos agregados recicláveis, os mesmos vem apresentar o comportamento estabelecido pela Lei de Abrams, ou seja, quanto maior a relação água/cimento, consequentemente, a resistência do concreto será menor. Assim, quando se vem incorporar estes agregados nas dosagens, a relação água/cimento e o teor de substituição dos agregados, deve-se proporcionar uma influência direta na porosidade da matriz, bem como na zona de transição (VIANA e GODINHO, 2015).

# METODOLOGIA

# O presente estudo se classifica como pesquisa de caráter qualitativo, que segundo Goldenberg (1997, p. 34) “a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização”.

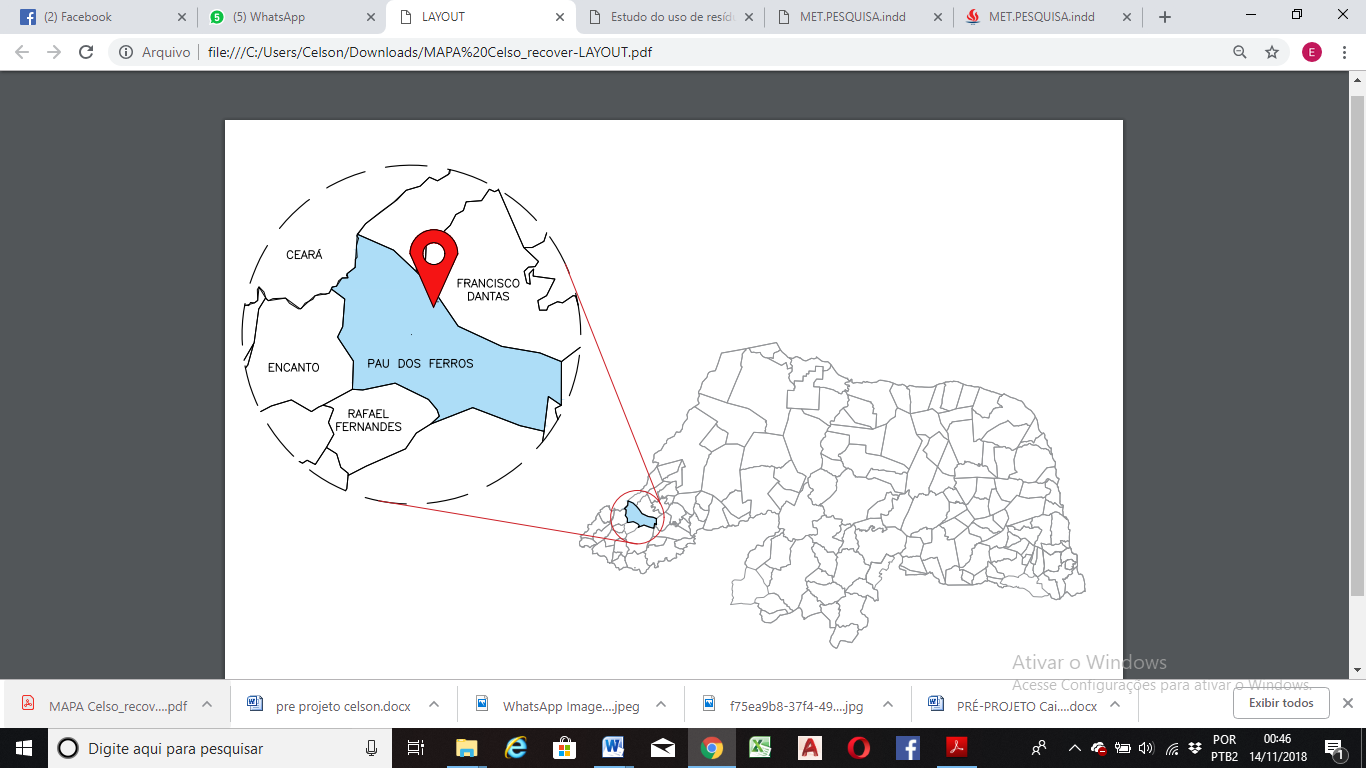
# Visando um melhor entendimento dos passos realizados ao logo da pesquisa sobre o objeto de estudo, foi feito um fluxograma de atividades sequenciais, o qual pode-se observar na Figura 3 a seguir:

# Figura 3: Fluxograma metodológico da pesquisa.

# Fonte: Autoria Própria.

# Na fase de obtenção da matéria-prima, foi-se até a área destinada a construção do aterro controlado da Cidade de Pau dos Ferros – RN e coletado em sacolas cerca de 20kg de RCD proveniente de construções da cidade para o processo de análise. Na Figura 4, pode-se averiguar a localização da amostra utilizada na pesquisa, onde a mesma foi feita com o auxílio do software AutoCAD, versão 2019.

# Figura 4: Local do RCD utilizado na pesquisa.



# Fonte: Autoria Própria.

Na fase de caracterização físico-química do RCD, buscará fazer uma análise através da técnica de fluorescência de raios X e difração de raios X, buscando entender melhor as características e propriedades do material reciclável o qual será incorporado ao concreto. Em seguida, será feito a moldagem dos corpos de provas, os quais no processo de fabricação serão levados em consideração a [NBR 5738/03, a qual se destina ao procedimento de moldagem e cura dos corpos-de-prova.](https://pt.slideshare.net/sheyqueiroz/nbr-573803-concreto-procedimento-para-moldagem-e-cura-de-corposdeprova)

[Em seguida, será feito uma análise de resistência mecânica através do ensaio de compressão, onde o mesmo será redigido processualmente através da NBR 7215, a qual se destina a determinação da resistência à compressão. Ao fim, será feita uma análise crítica e referenciada acerca dos dados coletados e discussão comentada dos resultados obtidos.](https://pt.slideshare.net/sheyqueiroz/nbr-573803-concreto-procedimento-para-moldagem-e-cura-de-corposdeprova)

# CRONOGRAMA

Abaixo se apresenta o cronograma programático de realização das atividades mencionadas anteriormente na seção de metodologia deste pré-projeto.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ATIVIDADES** | **SEMANA** | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** |
| Levantamento bibliográfico. | X | X | X | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Levantamento de dados em campo. |  | X | X | X | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Levantamento de  dados em laboratórios |  |  |  |  |  | X | X | X |  |  |  |  |  |  |
| Gráficos dos resultados |  |  |  |  |  |  |  | X | X |  |  |  |  |  |
| Elaboração dos resultados |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |
| Elaboração do texto | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Revisão do texto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X | X |

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCHAR, Wilson. **Materiais Cerâmicos: caracterização e aplicações**. Natal: EDUFRN, 2006. 114 p.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000. 155p.

CANEDO, ALINE CRISPIM; BRANDÃO, FERNANDO BUIATE; PEIXOTO FILHO, FERNANDO LUIZ. **REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO**. 2011. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/REAPROVEITAMENTO\_DE\_RES%C3%8DDUO\_DE\_CONSTRU%C3%87%C3%83O\_NA\_PRODU%C3%87%C3%83O\_DE\_ARGAMASSA\_DE\_REVESTIMENTO.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução 307, de 05 de julho de 2002**: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html. Acesso em: 13 abril 2015.

CORINALDESI, V. e MORICONI, G. **Behaviour of cementitious mortars containing different kinds of recycled aggregate**. Construction and Building Materials 23, 2009. p. 289– 294.

JOHN, V. M. AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. In: Seminário de resíduos sólidos domiciliares, CETESB. São Paulo, 2000, 13 p.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo (EESC USP). São Carlos, 1999, 222 p.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. Rio de Janeiro: Record, 1997.

MARQUES NETO, José da C**. Gestão de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. São Carlos: RIMA, 2005. 162 p.

MOSCA, Prof Dante. **Física Moderna**. 2014. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/359092/>. Acesso em: 16 nov. 2018.

NOGUEIRA, LUIS GUSTAVO DA SILVA**. Utilização de RCD na confecção de um concreto sustentável.** 2013. Disponível em: <http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/6363/1/20916233.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

PANDOLFI, MARINA PEREIRA. **ESTUDO DO USO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO**. 2016. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/1899/1/Estudo%20do%20uso%20de%20res%C3%ADduos%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil%20em%20concreto%20para%20pavimenta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. 189f.

VIANA, Valmir Soares; GODINHO, Daiane dos Santos da Silva. **ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO PRODUZIDO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO GRAÚDO POR AGREGADO RECICLADO**. 2015. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/4084>. Acesso em: 12 nov. 2018.

TANAKA, GRACIELE MAYRA; PINTO, MARIA CLARA CAVALINI. **Análise da utilização de Resíduo de Construção e Demolição (RCD) da região metropolitana de Curitiba em argamassa de revestimento e na fabricação de blocos de concreto**. 2011. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/7/7b/TCC\_2011\_Maria\_e\_Graciele.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

TRINDADE, Evandro. **Espectrometria de Fluorescência de Raios X.** 2016. Disponível em: <https://quimicandovzp.com.br/espectrometria-de-fluorescencia-de-raios-x/>. Acesso em: 16 nov. 2018.

TSENG, E. **Reciclagem total de pavimentos de concreto como agregado para construção de novos pavimentos de concreto: o caso do Rodoanel Metropolitano Mário Covas. Dissertação de Mestrado**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010, 220 p.

1. Conhecida também como Lei de Bragg, esta vem a relacionar o ângulo da radiação incidente, a distância entre planos num cristal, e o comprimento de onda da radiação incidente. [↑](#footnote-ref-1)