



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

DAVID DOS ANJOS FARIA

**EXPLORAÇÃO DOS MINERAIS: A REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS CLASSE
“A” PARA ATENUAR OS IMPACTOS AMBIENTAIS**

**UBÁ-MG
2018**

DAVID DOS ANJOS FARIA

**EXPLORAÇÃO DOS MINERAIS: A REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS CLASSE
“A” PARA ATENUAR OS IMPACTOS AMBIENTAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dr.^a Suymara Toledo Miranda

**UBÁ-MG
2018**

RESUMO

A grande quantidade de Resíduos da Construção e Civil (RCC) gerada nas construções e demolições causam danos ao meio ambiente devido a sua destinação incorreta, como também pela extração da matéria prima, utilizada para fabricação de produtos construtivos. O trabalho tem como objetivo apresentar o impacto ambiental devido as várias formas de extração dos minerais naturais para obtenção dos produtos construtivos classe "A", a quantidade de resíduos geradas e demonstrar uma opção para reduzir o acúmulo desses resíduos por meio da sua reciclagem e reutilização. Dessa forma, a partir do levantamento bibliográfico, foi possível constatar a diminuição da degradação ambiental com o uso da reciclagem e reutilização dos RCC, que diminui a necessidade da extração de matérias primas, e gera novos agregados para uso em pavimentações, em argamassas, areia artificial e criação de novos materiais para a construção civil.

Palavras-chaves: impacto ambiental, RCC, desmatamento e reutilização.

Abstract

The large amount of Civil Construction Waste (RCC) generated in construction and demolition causes damage to the environment due to its incorrect destination and also to the raw material extraction used in the manufacture of construction products. The aim of this work is to present the environmental impact due to the many forms of the natural minerals extraction for the achievement constructive products class "A", the amount of residues generated and to show an option to reduce the waste accumulation through its recycling and reuse. From the literature review, it was possible to verify the environmental degradation decrease with the use of recycling and reuse of RCC, which requires the raw extraction materials, and new aggregates for use in paving, mortars, artificial sand and creation of new materials for a civil construction.

Keywords: environmental impact, RCC, deforestation and reuse

1 INTRODUÇÃO

Desde o surgimento da vida humana na terra, a construção civil apresenta um enorme desenvolvimento em tecnologia e segurança. No entanto, ao visar apenas o crescimento e a evolução da engenharia civil, sem pensar nas consequências ambientais que poderiam acontecer com o planeta a longo prazo, o homem vem ocupando cada vez mais o meio em que vive de maneira desordenada, colocando em extinção os recursos não renováveis, desmantando o solo, assoreando rios, e com pouca preocupação em buscar formas para reutilizar os materiais desperdiçados.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013), no Brasil, foram gerados mais de 64 milhões de toneladas de resíduos sólidos só no ano de 2012. Desse total, 35 milhões de toneladas são de Resíduos de Construção e Demolição (RCD).

De acordo com a Levy e Helene (1995), entulho é o conjunto de fragmentos ou restos de materiais não utilizados ou desperdiçados na construção civil, provenientes de reformas, construções ou demolições, que são descartados de maneiras irregulares, também conhecidos como: RCD e Resíduo da Construção Civil (RCC).

Os RCC são classificados em classes de acordo com o potencial de reciclagem: Classe A, resíduos recicláveis ou reutilizáveis, provenientes de materiais cerâmicos, blocos, concreto, argamassa e concreto armado; Classe B, resíduos recicláveis, provenientes de plásticos, papel, metais, vidros e madeiras; Classe C, resíduos para os quais ainda não surgiram tecnologia ou aplicações economicamente viáveis à sua reciclagem; Classe D, resíduos perigosos, provenientes de tintas, solventes, óleo ou produtos e reparos de clínicas de radiologia e instalações industriais.

No Brasil, é produzido meia tonelada de entulhos e restos de construção civil por pessoa em um ano, esse número pode representar entre 50 e 70% do total de resíduo sólido gerado no país e, na maioria das vezes, é destinado à lugares inadequados, gerando a contaminação desses materiais que poderiam ser reciclados e reutilizados na construção civil (BRASIL, 2005b).

A reciclagem dos RCC é o processo que representa a transformação dos materiais inutilizados e descartados que são transformados em novos produtos, os quais serão reutilizados nas construções sem a necessidade de se extrair novos recursos naturais, contribuindo diretamente para a preservação ambiental e para a redução do resíduo sólido gerado pelo setor.

Observa-se a importância em se procurar medidas de reciclagem do entulho gerado pela construção civil, no intuito de descobrir novas funções, gerando a diminuição do consumo de insumos oriundos, por exemplo, dos processos de britagem de rochas e areia natural, e com isso, uma menor degradação ambiental.

Desse modo, o presente trabalho tem como intuito realizar uma revisão bibliográfica, apresentando os impactos ambientais causados pela extração dos minerais naturais que são a base da fabricação dos resíduos classe “A”, as formas de recuperação desses resíduos, através dos processos de reciclagem, possibilitando a reutilização dos mesmos em uma obra.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 História da Engenharia Civil

Engenharia, palavra derivada do latim *ingenius*, profissão que se desenvolveu por longos anos de estudo, antes que alcançasse o conhecimento que se apresenta hoje, tendo na origem da palavra o significado de caráter inato, talento, inteligência. Proveniente do francês antigo *engigneor*, foi traduzido para o português como engenheiro, que no século XVI era usada para nomear pessoas que construíam engenhos militares e, hoje, para nomear o profissional que trabalha na área da engenharia (AGOSTINHO; AMORELLI; BARBOSA, 2015).

Na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), no ano de 1912, surgiu a Faculdade Livre de Medicina e Engenharia, a primeira instituição de ensino a graduar estudantes de Engenharia Civil na capital mineira. Com ênfase maior no ensino de técnicas construtivas, com 48 alunos foram matriculados, mas apenas nove engenheiros se formaram, no ano de 1916, o mesmo aconteceu em 1917, ano seguinte a formação da primeira turma. Por ter sido uma iniciativa privada, a escola era tida como incerta e de alto risco, embora viesse a funcionar por 11 anos, formando 96 engenheiros até sua incorporação à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (STARLING; GERMANO, 2012).

A profissão engenheiro civil foi primeiramente criada por ter semelhança com à engenharia militar, responsável por construção de pontes e fortes para abrigar soldados e detinha um grande conhecimento do solo. Devido aos preconceitos dos engenheiros militares que não queriam a homogeneização das classes, foi criada a classe do engenheiro. Com a evolução da profissão, o engenheiro civil passou a ser utilizado com mais objetividade, referindo-se apenas ao ramo da construção (STARLING; GERMANO, 2012).

A engenharia civil é a profissão que procura unificar concepção, projeto, construção e manutenção de diferentes edificações, buscando o conforto e a segurança de seus usufrutuários, combinando desenvolvimento industrial com preservação do meio ambiente, dedicando-se à criação de diferentes infraestruturas como: pontes, túneis de metrô, barragens, rodovias, entre outras (CAVALGANTI, 2011).

No Brasil as profissões de engenheiro e arquiteto eram regulamentadas pela Lei Federal nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, que criou o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA-CREA), responsável pela definição das habilitações dos profissionais. No entanto, em 31 dezembro de 2010, de acordo com a Lei Federal nº 12.378 de 2010, todos os profissionais com os títulos de arquiteto e urbanismo, arquitetos e engenheiros arquitetos, que eram registrados pelo o Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia (CREA), passaram a ser registrados automaticamente no Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), se desvinculando do CREA (CREA, 2016).

2.2 Resíduos sólidos da construção civil

De acordo com a resolução número 307 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os resíduos da construção civil deverão ser reciclados e destinados, conforme são apresentados nos quadros 1 e 2 abaixo.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos segundo a resolução Conama 307 de 2002

Classes	Definição e exemplos dos materiais que compõem a classe
A	Resíduos recicláveis e reutilizáveis na construção civil, como agregados, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia e pedra
B	Resíduos recicláveis e reutilizáveis para outras destinações, como plástico, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a reciclagem
D	Resíduos perigosos como tintas, solvente, óleo e amianto

Fonte: BRASIL (2012, p. 95)

Quadro 2 – Formas de destinação dos resíduos

Classes	Destinação
A	Deverão ser reutilizados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo disposto de modo a permitir a sua reutilização ou reciclagem futura
B	Deverão ser reutilizados, reciclados, ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua reutilização ou reciclagem futura
C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas
D	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas

Fonte: TESSARO (2012, p. 96)

2.3 Impactos ambientais gerados pelos RCC classe “A”

A Construção Civil, apresentou nos últimos anos uma enorme produtividade em bens de consumo e influência direta no aumento do Produto Interno Bruto Brasileiro (PIB), auxiliando nas várias mudanças e tendências do crescimento industrial, impulsionando e fortalecendo o setor social, proporcionando empregos e consolidando a economia brasileira (OLIVEIRA, 2012).

O Código 45 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), compreende as atividades da construção civil como atividades de preparação de terreno, obras de edificações e engenharia civil, instalações de materiais e equipamentos necessários ao funcionamento dos imóveis e às obras de acabamento, utilizadas tanto nas construções novas, como em grandes reformas, restaurações de imóveis e manutenção corrente (OLIVEIRA, 2012).

Os impactos causados ao meio ambiente proveniente da construção civil tem se início constatado já na fase de extração das matérias primas localizadas em jazidas naturais, causando: fim de reservas naturais não renováveis do material explorado, alteração na paisagem, desmatamento, erosão, poluição do ar decorrente de emissão de gás carbônico na atmosfera e poluição sonora, estendendo até a execução das obras (PASCHOALIN FILHO; GRAUDENZ, 2012).

Nas etapas construtivas de uma edificação podem comumente ocorrer: demolição, manutenção, adequação e reforma dos edifícios, decorrentes da falta de

planejamento das atividades executivas, baixo grau de precisão das obras, precariedade das condições de trabalho e falta de padronização dos materiais de construção, gerando uma enorme quantidade de RCC (PASCHOALIN FILHO; GRAUDENZ, 2012).

Do total produzido de RCCs no Brasil, 59% são de reformas, ampliações e demolições, 21% de construções acima de 300 m² e 20% de novas residenciais, podendo ser reciclado 94% desse material (BRASIL, 2010).

O resíduo classe A é o maior responsável pela produção de resíduos no país, contribuindo diretamente com 29% de tijolos e blocos, 63% de concreto e argamassa, produtos originados principalmente do: aço, concreto, concreto armado, materiais cerâmicos e blocos (BLUMENSCHNEIN, R. 2004).

2.3.1 Aço

O emprego do aço na construção civil surgiu na Inglaterra por volta de 200 anos atrás, ajudando nos métodos construtivos e melhorando a qualidade do serviço. No Brasil, teve início no final do século XIX, quando começou a ser utilizado na formação de estruturas pré-fabricadas, as quais eram importadas devido à grande demanda da fabricação de pontes e edifícios. Com a instalação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), primeira siderúrgica instalada no Brasil em 1946, o aço nacional passou a ser utilizado ao invés do exportado (INABAR; COELHO, 2015).

A partir de 2003, o setor da construção civil apresentou grande crescimento devido a utilização do aço. Devido a utilização desse material, foi necessário o aprimoramento das etapas da construção e a capacitação do profissional, influenciando diretamente no tempo e qualidade da obra, evitando perdas de material (INABAR; COELHO, 2015).

A característica de ser bastante flexível fez com que o aço se tornasse um produto em destaque no cenário mundial, tornando-o muito procurado e requisitado pelos arquitetos e engenheiros (DNPM, 2012).

Segundo pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a utilização do aço cresceu 11% entre os anos de 2002 a 2012, chegando a um consumo de 1,7 milhão de toneladas, sendo a construção civil o setor que mais utiliza aço no mundo, somente no Brasil são consumidos 37% da produção total (INABAR; COELHO, 2015).

Conforme os dados do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), Minas Gerais é o estado minerador mais importante do país, por extrair mais de 180 milhões de toneladas/ano de minério de ferro e ser o responsável por mais da metade da produção nacional de minerais metálicos (IBRAM, 2015).

As principais vantagens da utilização do aço na construção civil segundo Lopes (2015) são:

- Flexibilidade: estruturas em aço são ideais para adaptações, ampliações, reformas, facilitam a passagem de tubulões, cabeamentos de energia e telefonia;
- Compatibilidade junto a outros materiais: o método construtivo em aço uniforme com qualquer material de fechamento, tanto vertical como horizontal, aumenta a qualidade dos serviços e dos materiais convencionais para vedação, como tijolos, lajes moldadas, componentes pré-fabricados, como lajes e painéis de concreto;
- Menor prazo de execução: a execução da estrutura e da fundação, são mais rígidas possibilitando o trabalho em diversos setores da obra ao mesmo tempo, o que diminui o uso de formas e escoramentos e reduz em até 40% no tempo de execução quando comparado com outros materiais;
- Sustentabilidade: o aço é um material 100% reciclável, e as estruturas podem ser desmontadas e reaproveitadas em novos lugares e edificações;
- Exatidão construtiva: em estruturas onde o concreto é utilizado, a precisão é medida em centímetros, já nas estruturas em aço, a medida é dada em milímetros, originando uma maior precisão, garantindo uma estrutura nivelada, influenciando diretamente a qualidade dos assentamentos de esquadrias, a instalação de elevadores e a redução de materiais de revestimento;
- Alívio de cargas nas fundações: o aço é um material leve e resistente, garantindo que as estruturas metálicas possam ser reduzidas em até 30% o custo das fundações.

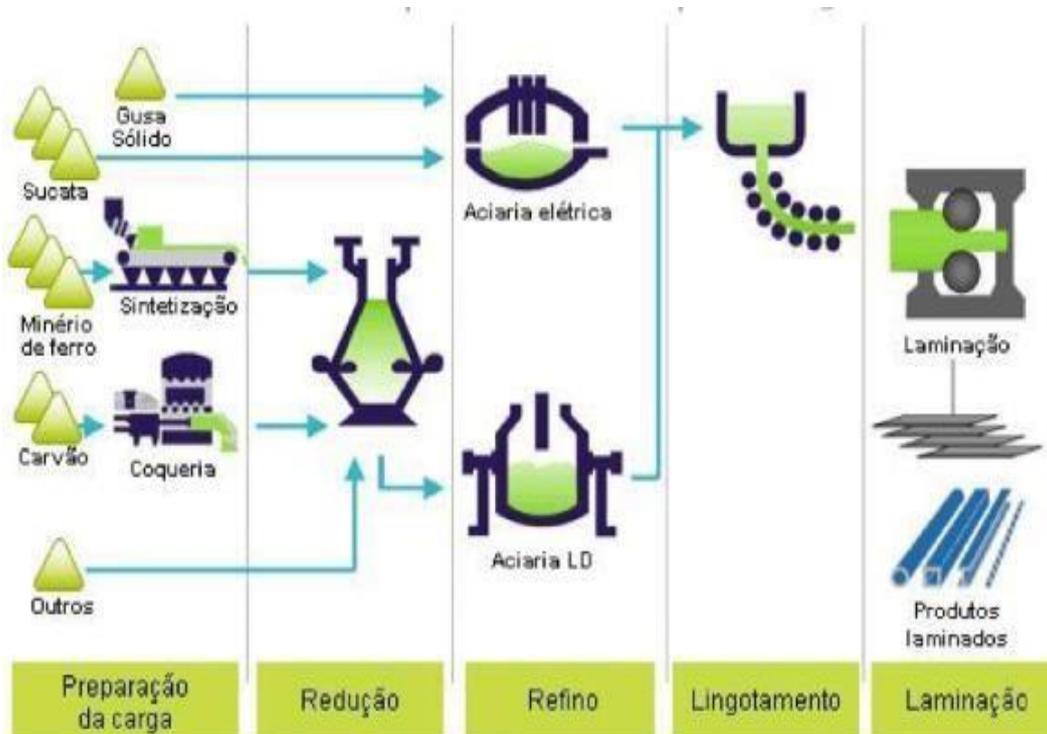
De forma inquestionável o aço trouxe inúmeros benefícios ao desenvolvimento mundial, revolucionando e contribuindo para a evolução da engenharia civil. Já para o meio ambiente não pode se dizer o mesmo, uma vez que sua extração degrada o solo, a fauna e a flora, poluição do lençol freático, dentre outros (IBRAM, 2015).

De acordo com a FIG.1, o minério de ferro, antes de ser levado ao alto forno, é transformado em pelotas e o carvão é destilado para obtenção do coque, ao partir

para o processo de redução, o ferro se liquefaz e é chamado de ferro gusa ou ferro de primeira fusão, o qual apresenta impurezas como calcário e sílica (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2007).

Na etapa seguinte, o gusa é levado para a aciaria, ainda em estado líquido, para ser transformado em aço, mediante queima de impurezas e adições de oxigênio, processo que é feito através de fornos elétricos. Após essa etapa, é feita a laminação do aço, em processo de solidificação, ele é deformado mecanicamente e transformado em produtos siderúrgicos utilizados pela indústria de transformação, como chapas grossas e finas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, barras (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2007).

Figura 1 - Transformação do minério de ferro em aço.



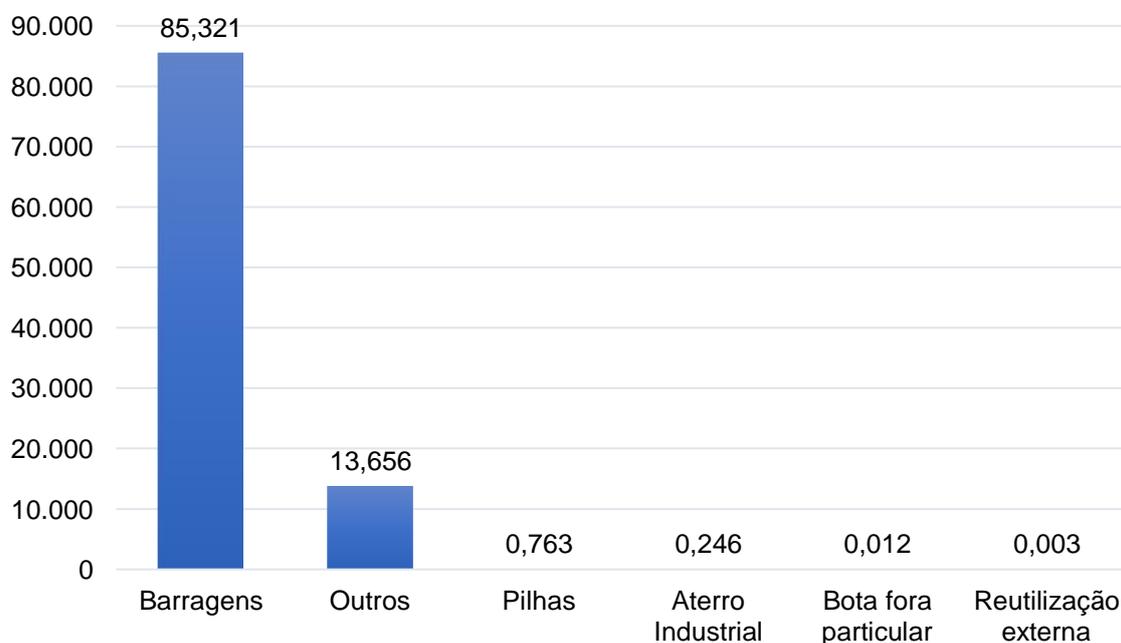
Fonte: Instituto Aço Brasil (2010, p. 15).

Visando aumentar a qualidade e o teor de oxigênio do ferro para obtenção do aço, é feita uma seleção dos minerais, de forma a separar a granulometria, concentração ou purificação de minérios por métodos químicos e físicos sem alterar a constituição química dos minerais. Em decorrência desta etapa, grandes volumes são misturados à água, gerando um material chamado rejeito (DNPM, 2012).

O rejeito é considerado um mineral pobre, estéril, derivado da extração e do beneficiamento do minério de ferro, que é parte integrada do processo produtivo do aço, por isso existe a necessidade de remover a maior parte de impurezas presente no minério (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

Depois de obtido, o rejeito é levado e armazenado em minas subterrâneas desativadas, onde é colocado em pilhas, após estar completamente seco. Também pode ser descartado em barragens de rejeitos, que é a principal forma de disposição no estado de Minas Gerais, armazenando cerca de 85% do total gerado dos rejeitos da mineração como visto no (GRAF. 1), podendo gerar vazamento e rompimento, colocando em risco todo o ambiente em volta (DNPM,2012).

Gráfico 1 - Demonstrando a divisão do descarte do rejeito.



Fonte: FEAM (2011, p.31).

Segundo Tonietto e Silva (2011), os principais impactos ambientais derivados da extração do minério são:

- Vegetação: dificuldade de sua regeneração após o desmatamento para abertura de minas de escavação;
- Mortandade de minerais: retirando a superfície da terra que possui a maior quantidade de minerais primários responsáveis pela fertilidade do solo.
- Poluição da água: causando assoreamento de corpos hídricos, poluindo rios e nascentes;

- Poluição do ar: promovendo a expulsão de partículas durante o processo de quebra e desmanche das rochas, além da poluição gerada pela queima de combustível durante o transporte do material e das máquinas usadas na extração;
- Poluição sonora: devido a eclosões das rochas.

2.3.2 Areia

Apresentada como uma importância incontestável no desenvolvimento econômico do país, a areia é um dos agregados mais utilizados na construção civil. Somente no ano de 2001, foram produzidos no Brasil 386 milhões de toneladas de agregados para construção civil e desse total, 229,6 milhões de toneladas foram de areia. Seu alto consumo, é devido há grande concentração que é usada no concreto, cerca de 40% de areia, tornando-se um bem material essencial para o ser humano, auxiliando na geração de empregos e aumentando o faturamento do setor industrial da construção civil (VALVERDE, 2001).

A areia natural é um agregado mineral obtido da quebra de rochas, no Brasil é encontrada com enorme facilidade, extraída principalmente em várzeas e leitos de rios. Resumida como um sedimento plástico solidado, de grãos em geral quartzosos, apresentando diâmetros entre 0,06 e 2,00mm, é muito utilizada em obras de engenharia civil, como em aterros, produção de argamassas, concretos e fabricação de vidros (BAUER, 2012).

Segundo estudos de LELLES (2005), estes são os principais pontos positivos da extração de areia.

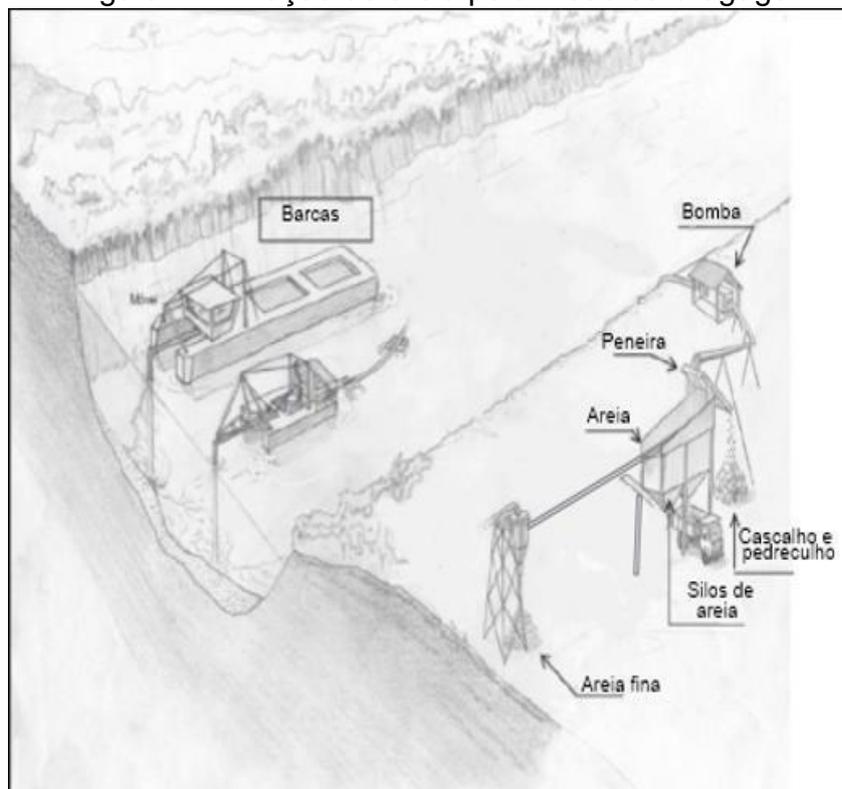
- Geração de empregos para os moradores locais;
- Aquecimento da economia local, devido ao aumento de renda dos empregados.
- Contribuição para o desenvolvimento regional das ferrovias e rodovias;
- Aumento da receita dos governos estaduais e municipais, pelo pagamento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM);
- Aumento da oferta de areia, tornando seu preço mais viável;
- Possibilidade da sociedade reutilizar a área após sua recuperação e reabilitação.

A retirada de areia natural pode ocorrer de inúmeras formas, embora a extração pelo método de dragagem de sedimentos, não muito profundos, seja a mais utilizada.

Na execução desse processo, os sedimentos passam por uma tubulação ligada à uma bomba de sucção fixadas sobre as balsas, que ficam ancoradas nas margens. Embora a extração por dragagem seja eficiente, os seus impactos ambientais são de grandes proporções, tornando cada vez mais importante o alinhamento do equilíbrio entre atividade econômica e sustentabilidade (ANA, 2013).

Após remoção, a areia é armazenada nas margens dos rios para secagem natural através da ação do tempo, permanecendo nas mesmas até que seja transportada em caminhões para depósitos, podendo também ser armazenada em silos, até sua distribuição como observada na (FIG.2) (ANA, 2013).

Figura 2: Extração de areia pelo método da dragagem.



Fonte: Almeida (2003, p. 87).

As atividades de extração são causadoras de inúmeros impactos ambientais, podendo ocorrer a deterioração da qualidade das águas de rios, córregos e reservatórios, e causar o rebaixamento do lençol freático devido as escavações muito profundas durante a execução na lavra (MECHI e SANCHES, 2010).

Segundo Santos (2015), os principais impactos ambientais derivados da extração de areia são:

- Alterações dos cursos d'água;

- Formação de cavas;
- Aumento na quantidade de material sedimentar na água;
- Descaracterização do relevo;
- Assoreamento de cursos d'água, presentes;
- Destruição de áreas de preservação permanente, fauna e flora;
- Contaminação da água dos rios por graxa e óleo emitidos dos motores e máquinas que fazem a extração da areia.

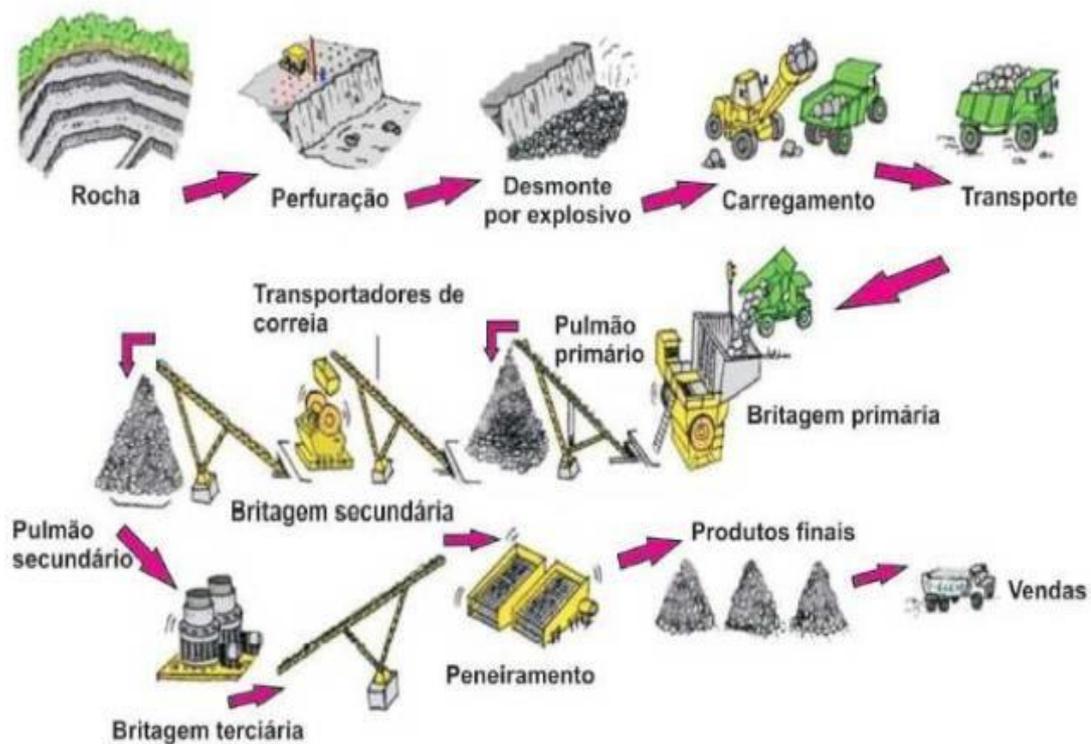
2.3.3 Pedra brita

A pedra brita ou britada é derivada de rochas como as sedimentar calcária ou rocha ígnea granítica, mais utilizadas na construção civil, que são exploradas a céu aberto (CAVALCANTI, 2012).

Para a extração de rochas calcárias usadas em decorações, não se utiliza métodos tecnológicos em seu processo, toda exploração da rocha é feita manualmente, são utilizados apenas marrão, alavancas, picaretas e pá. Primeiramente é retirada a superfície do solo e, após essa limpeza a rocha é quebrada (CAVALCANTI, 2012).

Já para a extração da rocha granítica, primeiramente é realizada uma limpeza da vegetação e do solo em seu entorno, de forma a propiciar a execução do desmonte primário, que é a perfuração e detonação com o uso de explosivos, em seguida pode ocorrer o uso de rompedores para diminuir os pedaços fragmentados da rocha, facilitando o transporte para as instalações de britagem (CAVALCANTI, 2012), como pode-se observar na (FIG. 3).

Figura 3: Processo de britagem das rochas.



Fonte: Iramina et al. (2009, p. 506)

Após o peneiramento, a brita é separada e classificada de acordo com a NBR 7225 da (ABNT, 1993), que tem como finalidade designar os materiais de construção civil originados de pedra e os agregados naturais, para fins da construção civil, como pode ser visto na (TAB. 1).

Tabela 1: Classificação da brita segundo a ABNT.

Pedra Britada	Aberturas das malhas da peneira (mm)	
	Mínima	Máxima
N° 1	4,8	12,5
N° 2	12,5	25
N° 3	25	50
N° 4	50	76
N° 5	76	100

Fonte: NBR 7225 (ABNT 1993).

Apresentando inúmeras granulometrias e variedade de uso, a brita mostrou sua importância na construção civil conforme os pontos apresentados por OLIVEIRA et al., (2008) listados abaixo.

- Seu uso não é restrito a construção civil e pode ser usada em outras áreas como a pavimentação de estradas;
- Pode ser usada da base ao acabamento;
- A variação de sua granulometria pode ser alterada no curto prazo pelas pedreiras;
- Grande influência na qualidade do concreto, devido à variação de granulometria e resistência a cargas;
- Encontrado facilmente no Brasil;
- Apresenta baixo preço de venda devido ao seu volume produzido;
- Sua produção não envolve grandes custos em termos de matéria-prima e mão de obra;
- Substituição da areia natural pela areia artificial, produto gerado a partir do pó de pedra.

Devido à evolução tecnológica e principalmente à escassez da areia natural, a pedra ganhou força na fabricação de um produto chamado “Areia Artificial”, muito utilizado no Brasil. Embora pareça um material recente, é muito requisitado nos últimos 10 anos. Seu uso já ultrapassa os 40 anos no Brasil, passando por dois marcos importantes em seu desenvolvimento (OHASHI, 2006).

O primeiro marco aconteceu com os estudos realizados na cidade de São Paulo no fim de 1960, quando as concreteiras buscavam substituir a areia natural pelo uso da areia britada, buscando utilizar os finos gerados pelo processo da britagem,

misturando-os a areia natural com o intuito de acertar a granulometria desses, junto a areia natural na confecção de concreto (OHASHI, 2006).

O estudo mais eficaz e importante da areia britada se deu com a utilização desse agregado na fabricação de concretos para construção de barragens hidrelétricas, consideradas obras de grande responsabilidade, e a necessidade de diminuir o consumo da areia natural, gerando um custo menor na execução do empreendimento (OHASHI, 2006).

Segundo Ohashi (2006), na construção da hidrelétrica de Itaipu entre os anos de 1975 a 1982, foram utilizados 13 milhões de metros cúbicos de concreto empregando areia de britagem. Para esse serviço, foi necessário o uso dos primeiros britadores especializados na produção de areia artificial, para atingir a granulometria satisfatória desse agregado.

Na contramão da evolução da brita e da areia de britagem, a exploração das rochas acarretou inúmeros danos ao ambiente, segundo Bacci (2006):

- Poluição do ar, gerada pela enorme quantidade de poeira e gases, emitidos após a utilização de explosivos e da movimentação de veículos e máquinas no transporte do agregado;
- Poluição do solo, causada principalmente pela retirada da vegetação promovendo a erosão do solo, contaminação por óleo, graxas e combustíveis e desmoronamento de taludes, devido às frequentes explorações, desestabilizando o terreno;
- Poluição da água, ocasionada pelo assoreamento de corpos d'água e contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneas, por óleos, graxas e combustíveis;
- Impacto sobre a fauna e flora, visíveis nas etapas de retirada da vegetação viva sobre a rocha com auxílio de máquinas, causando estresse aos animais devido aos ruídos dos veículos, máquinas e detonações com explosivos, degradando o *habitat* natural dos animais, e afugentando os animais que vivem na região;
- Impacto sobre a sociedade, devido à proximidade da pedreira em uma área urbana, altos índices de ruídos, vibrações nos imóveis recorrentes de explosão podendo comprometer a estrutura da residência.

2.3.4 Cimento Portland

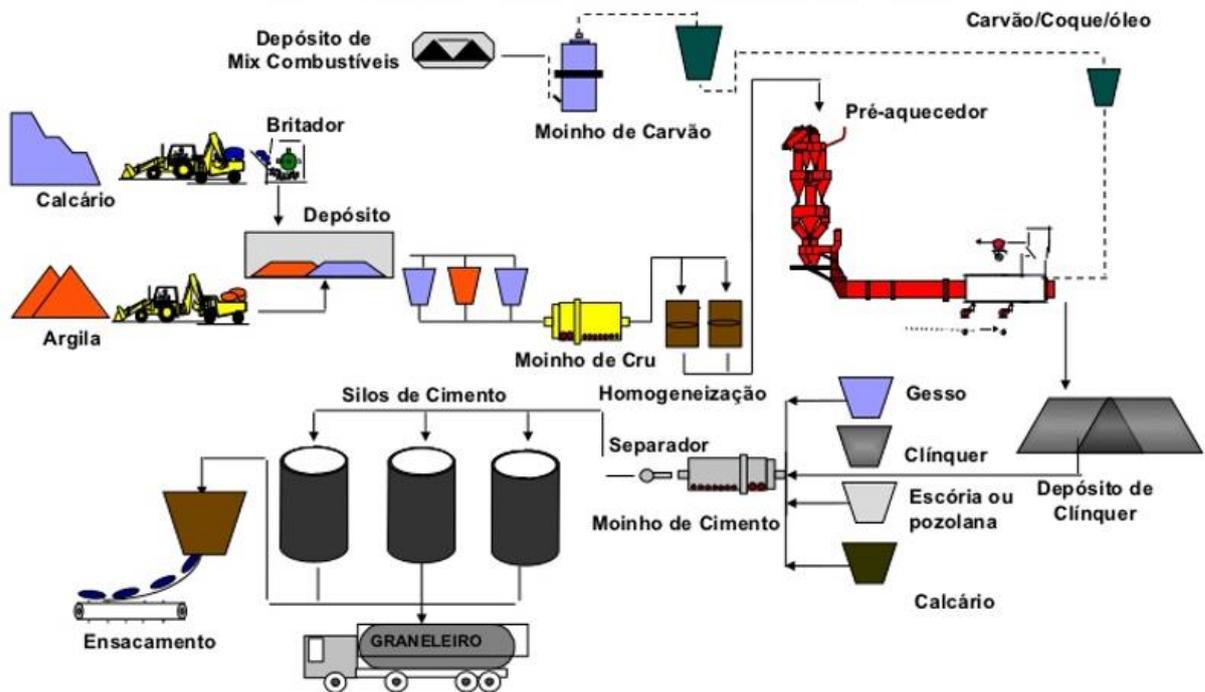
Segundo Basilio (1983), o cimento Portland teve seu surgimento com o engenheiro Joseph Sneaton em 1756, que procurava um material que se consolidasse mesmo estando em contato com água, para fim de reparar o farol de Edystone na Inglaterra, analisando uma mistura calcinada de calcário e argila.

Entretanto, coube ao pedreiro Joseph Aspin patentear a descoberta em 1824, o qual constava que o calcário era moído junto a argila em meio úmido, até se transformar em pó extremamente fino, nomeando-o como cimento Portland, em homenagem à península inglesa que apresentava rochas com a mesma aparência final do cimento queimado (BASÍLIO, 1983).

Com a evolução do homem, o cimento foi se transformando conforme as necessidades e descobertas feitas através de experiências de mistura com novas substâncias, sempre em progressão buscando aprimorar os elementos que faziam parte da mistura (NEVILLE, 1997).

Para se obter o cimento Portland comercializado hoje, foi preciso entender, através de estudos, que havia a necessidade de misturá-lo com: calcário, argila e gesso. Com os agregados argila e calcário, era preciso reduzi-los a pó e misturá-los, antes de aquecê-los em fornos de até 90 metros, atingindo uma temperatura de 1400 °C, para que atingisse seu ponto de fusão. Com o resultado desse processo, era obtido o clínquer, que após resfriamento era misturado a pequenas quantias que variavam de 2 a 3% do total obtido do processo de queima. Em seguida, essa mistura era reduzida em pó, transformando-se em um composto resistente e durável, como mostra a (FIG. 4) (TARTUCE; GIOVANNETTI, 1990).

Figura 4: Processo de fabricação do cimento.



Fonte: FAEZA (2018)

No Brasil, o primeiro a tentar reproduzir o cimento Portland foi o comendador Antônio Proost Rodovalho, na fazenda Santo Antônio no estado de São Paulo em 1888. Em 1897 a usina Rodovalho deu início às atividades da fabricação de cimento Portland até o ano de 1904 interrompendo o processo por três anos. E ao reabrir no ano de 1907, a empresa operou por mais 11 anos, até o encerramento de suas operações em definitivo (BATTAGIN, 2008).

O ramo da construção civil é totalmente dependente do cimento e de suas qualidades, gerando segurança, durabilidade e diversidade na execução das etapas construtivas de um empreendimento. Sua utilização pode ser variada conforme sua necessidade, segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP, 2002).

- Argamassas: material utilizado para revestimento e assentamento de tijolos, blocos, azulejos, ladrilhos;
- Concreto magro: produto responsável pela construção de passeios e enchimentos da base de sapatas de fundação;
- Concreto armado: composto usado na parte estrutural de construções, agindo em conjunto com o aço;

- Argamassas e concretos para meios agressivos onde existem canais de esgoto;
- Concreto protendido: utilizado em pisos de indústrias;
- Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento utilizados em lajes, vigas, pilares.

A evolução do cimento trouxe consigo melhorias nas construções, mas também apresenta características prejudiciais ao meio ambiente, já que para sua realização é necessário que haja a queima de suas matérias primas: calcário, argila e clínquer, gerando gases prejudiciais à atmosfera. Karstensen (2010) listou a baixo os principais e mais significativos impactos ambientais da produção do cimento.

- Emissões de material particulado: são materiais extremamente tóxicos que são exalados da chaminé, principalmente no processo de mistura do calcário e argila;
- Emissão atmosféricas de gases nocivos: Emissões gasosas responsáveis pela liberação do óxido de nitrogênio e enxofre devido ao processo de combustão que ocorre em altas temperaturas e à liberação do dióxido de carbono, principal gás causador do efeito estufa;
- Ruído e vibrações: devido à utilização de grandes máquinas e motores de alta potência;
- Consumo de recursos naturais: necessita-se de grandes quantidades de recursos naturais como matérias-primas, combustíveis térmicos e energia elétrica.

2.3.5 Blocos

Os blocos são produtos formados há partir da combinação de areia e cimento, podem ser maciços, que apresentam no máximo 25% de espaços vazios de sua área total e vazados, que apresentam porcentagem acima de 25% de vazios (TAUIL, 2010). A finalidade do bloco em uma edificação é a construção de muros ou paredes, chamadas de alvenaria, que podem ser divididas em simples ou estrutural. Na alvenaria simples, as paredes apresentam apenas a função de vedação dos fatores climáticos e isolamento acústico, o peso e esforços causados pela estrutura são sustentados por vigas e pilares. Na formação da alvenaria estrutural é necessário calcular o peso da estrutura e os esforços que a parede precisará suportar, uma vez que serão

responsáveis pela sustentação da laje, visto que não há o uso de vigas e pilares nesse método construtivo (TAUIL, 2010).

Quando se realiza o método construtivo em alvenaria estrutural de forma correta, é constatada a diminuição no tempo de execução das obras, quando comparados a outros métodos produtivos que utilizam o uso de vigas e pilares, no intuito de construir um edifício em alvenaria estrutural, é necessário que os blocos atendam as especificações da NBR 6136: de 2014, que estabelece requisitos de destinação para execução de alvenaria. Os blocos deverão ser compactados por prensagem e sua cura deverá ser feita por vapor, pois assim apresentarão um aspecto homogêneo e boa compactação sem conter trincas e boa aderência para receber os revestimentos. (TAUIL, 2010).

Ao analisar as especificações de Tauil (2010), o autor relata que o bloco estrutural apresenta várias funções:

- Resistir ao peso próprio não necessitando de vigas e pilares;
- Melhor resistência ao impacto no transporte e durante a execução, diminuindo as perdas por quebras;
- Maior resistência a ação do fogo;
- Melhora no isolamento e proteção acústica dos ambientes;
- Diminuição da entrada de intempéries, melhorando o conforto térmico.

As etapas produtivas de fabricação dos blocos podem gerar danos ao meio ambiente, desde a chegada da matéria prima até a entrega do produto, devido ao uso de máquinas, produtos utilizados e os resíduos gerado. Segundo Valle (2009), os principais danos são:

- Poluição do ar: é decorrente de carga e descarga das matérias primas e do produto final, que despejada no ar uma grande quantidade de poeira;
- Poluição do solo: geração de resíduos sólidos derivados de produtos defeituosos e resíduos gerados durante o processo produtivo, por óleo derivado das máquinas que constroem os blocos e da caldeira, responsável pelo aquecimento da estufa;
- Poluição da água: através da lixiviação, materiais que serão levados com a água da chuva, podendo atingir corpos d'água;
- Poluição sonora: resultante dos ruídos das máquinas e caminhões durante o funcionamento da empresa.

2.3.6 Componentes cerâmicos

Os componentes cerâmicos são materiais da construção civil obtidos pela secagem e cozimento de materiais argilosos, pode-se produzir telhas, cerâmicas e a lajota furada, um dos componentes básicos da construção de alvenaria. Fabricados pelos processos de modelação do material e prensagem, utiliza-se entre 25 a 70% de argilas e três a oito por cento de óxido de ferro, elementos que são causadores de sua coloração avermelhada, mais comum após a queima, originando o nome “cerâmica vermelha” (BASTOS, 2014).

De acordo com Bastos (2014), para se obter um bom componente cerâmico é necessário que sejam feitos alguns processos industriais para a obtenção do produto final. Primeiro a argila é extraída e levada para armazenamento e descanso, após descanso a argila é misturada para manter sua umidade e ganhar forma através das máquinas maromba ou extrusora, que são responsáveis pela forma dos materiais. Em seguida, o produto é levado para secagem que pode ser através do meio natural ou artificial com a ajuda de ventiladores e por último é feita a queima do material.

Segundo Souza (2003), a produção de componentes cerâmicos se mostrou importante no início das descobertas de novos materiais, revelando ao homem que era possível obter um produto com propriedades diferentes daquele que era encontrado na natureza.

Utilizados até hoje pelo homem na construção civil, é um produto indispensável nos canteiros de obra pelas suas características, como cita Barbosa (2011).

- Resistente à umidade, aos movimentos térmicos e à ação do vento;
- Tem capacidade de resistir às infiltrações de água;
- Proporciona segurança para usuários e ocupantes na instalação e durabilidade;
- Adequa e divide ambientes;
- Ótimo isolante térmico e acústico.

No Brasil, a fabricação de componentes cerâmicos é feita por 11.000 empresas, em sua maioria microempresa ou de pequeno porte, constituídas de estrutura simples e familiar. Com média de 25 a 30 empregados por empresa, acumulando em torno de 250.000 a 300.000 empregado, movimentando em torno de 60 milhões de toneladas de matérias primas ao ano, impactando diretamente o meio ambiente (BUSTAMANTE; BRESSIANI, 2000).

Na obtenção dos materiais cerâmicos, são causados inúmeros danos ao meio ambiente, segundo Roman e Gleize (1998).

- Uso incorreto das técnicas de produção de material cerâmico devido a mão de obra precária;
- Consumo de madeira como combustível, ocasionando desmatamento desenfreado e grande emissão de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x), amônia (NH₃) e metano (CH₄);
- Descumprimento das normas técnicas sobre a qualidade do produto cerâmico.
- Irregularidade na atividade extrativa da argila usada para a produção do material;
- Desperdício de matéria prima pela exploração não planejada de argilas, aumentando a exploração sem necessidade.

2.4 Disposição dos RCC.

A disposição irregular dos RCC é relacionada há uma série de problemas ao ambiente, como a contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, oferecendo abrigo e condições favoráveis à proliferação de doenças patogênicas, além do aspecto visual indesejável, influenciando diretamente, de modo negativo, na qualidade de vida da população (FRIGO, SILVEIRA, 2012).

Abaixo na (FIG. 5), podemos observar os RCC despejados em desconformidade com a resolução CONAMA 307.

Figura 5: RCC despejado de forma irregular na cidade de Piraúba/MG.



Fonte: O autor.

Com o aumento desenfreado da geração dos RCC, o ser humano tem buscado soluções diversificadas para reduzir o descarte de materiais inutilizáveis na construção civil, para posteriormente encaminhá-los para áreas de manejo. Quando há presença de usinas de reciclagem, que são responsáveis pela separação dos resíduos e reuso desses materiais, originando matérias-primas secundárias através da reciclagem, com função de reduzir a exploração dos recursos naturais não renováveis (FRIGO, SILVEIRA, 2012).

Na (FIG. 6), podemos visualizar uma área de descarte dos RCC em conformidade com a resolução CONAMA 307.

Figura 6: Área para manejo e depósito de RCC em Rodeiro/MG.



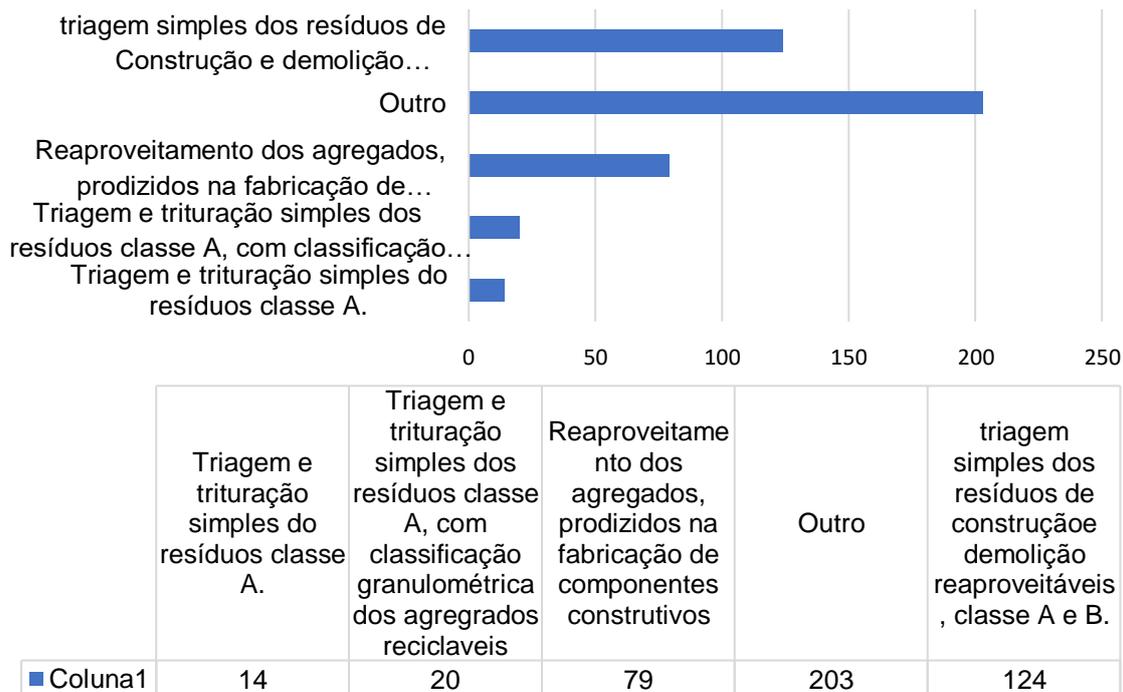
Fonte: O autor.

A ABRELPE divulgou em seu Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil (PRSB, 2013), uma pesquisa feita nos anos de 2010 a 2013, contabilizando o total de RCC coletado no Brasil. Só se foi possível atingir esse número através dos registros de entrada do resíduo em logradouros próprios para decomposição do material.

Nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013, foram apresentados, respectivamente, o total de: 30998 t/ano, 33.244 t/ano, 35.022 t/ano e 36.640 t/ano, dados que comprovam que a quantidade de RCC só crescem, mesmo causando danos ambientais e prejuízos aos construtores (ABRELPE, 2013).

Conforme dados anuais da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PSNB), divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), sobre o manejo de RCC, pode se afirmar que dos 5.564 municípios brasileiros, apenas 4.031 cerca de 72,44% apresentam serviços de manejo dos RCC. O fato alarmante é que apenas 392 municípios, aproximadamente 9,7%, apresentam alguma forma de processamento dos RCC (GRAF. 2).

Gráfico 2: Distribuição dos 392 municípios processam os RCC.



Fonte: IBGE, 2010.

2.4 Reciclagem e reaproveitamento.

Reciclagem é o processo de triagem e moagem dos resíduos gerados pela indústria civil, transformando-os em agregados para reuso em novas construções. Esse processo é feito por usinas que recebem o entulho de empresas privadas ou prefeituras municipais. Os RCC podem vir separados conforme a legislação do CONAMA n° 307, ou não, pois esses entulhos são descartados em caçambas próximas a obras e podendo receber resíduos urbanos indevidamente, por não haver fiscalização do material despejado (FREITAS, 2009).

Antes da moagem do RCC, é feita uma triagem para separação e máxima eliminação de resíduo que não pertençam a classe A, descartando impurezas contidas junto ao agregado, em seguida é feita a moagem nos britadores, máquinas que fazem a quebra dos resíduos, gerando novas matérias primas em diferentes granulometrias, podendo ser reutilizadas na construção civil (FREITAS, 2009).

Segundo Capello (2006), o concreto e os blocos de concreto, quando isentos de impurezas, podem dar origem a novos materiais para serem empregados na construção civil com diferentes finalidades.

- Areia reciclada: agregado com dimensão inferior a 4,8 milímetros, pode ser reutilizado em argamassa de assentamento de alvenaria de vedação, contrapiso, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação;
- Pedrisco reciclado: agregado com dimensões máxima de 6,3 milímetros, pode ser reutilizado na fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros;
- Brita reciclada: agregado com dimensões inferior a 39 milímetros, pode ser empregado na fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagem.
- Brita corrida: agregado com dimensão máxima de 63 milímetros, pode ser empregada na reestruturação de base e sub-base da pavimentação, reforço do subleito de pavimentos, além da regularização de vias não pavimentadas, aterros e nivelamento topográfico de terreno.

Conforme Freitas (2009), a reciclagem dos RCC é uma oportunidade de transformar gastos em faturamento, redução das despesas com disposições irregulares e diminuição no volume de extração de matérias-primas. A reciclagem dos resíduos classe “A” consiste em vantagens econômicas, sociais e ambientais, como: economia para as prefeituras na diminuição do volume dos resíduos a serem coletados e depositado em locais adequados para o construtor, que pode executar obras a menores custos utilizando materiais reciclados, minimizar áreas para aterro sanitário, reduzir custos dos materiais de construção oriundos da reciclagem e preservar o meio ambiente.

2.5 Melhorias no meio ambiente devido a reciclagem dos resíduos classe “A”

A construção civil consome 32% do aço produzido no país. Embora o aço da construção civil não possa ser reempregado no setor, seu processo de reciclagem se torna de suma importância ao meio ambiente, pois requer menos energia, é gerada uma menor quantidade de resíduos inutilizáveis e menor emissão de partículas poluentes do que a produção da mesma quantidade de aço a partir do uso de minério de ferro. Em cada tonelada de aço reciclado são poupados 1.250 quilos de minério de ferro, 630 quilos de carvão e 54 quilos de calcário que são produtos usados no revido do minério de ferro, até a obtenção do aço (GERVÁSIO, 2008).

Segundo dados da (ABRECON, 2015), no Brasil, existem 310 usinas de reciclagem em funcionamento, indústrias que foram responsáveis por 19% da

reciclagem de RCC em 2013 e 21% do material em 2015. Sua produção é dada pela quantidade de máquinas que fazem o trabalho de reciclagem, e pelo total de horas que cada máquina trabalha por dia.

Segundo Caramalac (2013), os materiais provenientes de resíduos reciclados custam aproximadamente 20% a menos quando comparados aos agregados naturais. O material reciclado não apresenta perdas, visto que não sofre processos químicos e físicos, não apresenta emissão de gases tóxicos e pode ser reutilizado 100% do produto reciclado, diminuindo assim a necessidade de extração dos agregados da natureza.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização dos materiais provenientes da reciclagem dos RCC, ainda não é uma prática comum, devido à falta de conhecimento e informações sobre a qualidade e utilização do reaproveitamento dos materiais que são obtidos após a reciclagem. Embora exista falta da cultura de utilização dos materiais reciclados, durante o estudo, foi possível mostrar que o material reciclado apresenta funções idênticas aos agregados naturais em algumas situações, o que o credencia a ser utilizado sem nenhum prejuízo às etapas construtivas que se destinam, obviamente, se realizado corretamente todo o processo de reciclagem.

Devido à preocupação com o desmatamento e à agressão sofrida pelo meio ambiente causadas pela exploração dos minerais e a destinação dos RCC, foram elaboradas normas técnicas e lugares apropriados para descartes dos resíduos inutilizáveis pela construção civil. Estes apresentam processos de reciclagem do entulho para serem replantados como novos insumos para construção civil, ajudando a minimizar significativamente os impactos ambientais causados pelo ramo da construção, diminuindo de gases tóxicos e áreas de depósitos irregulares de resíduos, possibilitando também a diminuição da exploração de recursos naturais, evitando sérias agressões ao meio ambiente.

Torna-se necessária a conscientização do ser humano, principalmente dos profissionais do ramo da construção civil, construtoras e empreendedores para a reutilização dos materiais reciclados. Logo, essa prática eficaz contra o desmatamento se tornará comum, contribuindo para a diminuição da exploração dos minerais, das áreas de manejo e possibilitando assim melhorias ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. V. B. Fernandes, J. R. R. Amorim, **Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas Unit 2**, 1 (2014) 79.

ABRELPE, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**, disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>, acesso em 03 de ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Sumário Mineral 2013**. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/paginas/sumario-mineral>>. Acesso em: 27 out. 2018. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, disponível em <<http://www2.ana.gov.br>>, consulta em 11 de setembro de 2018.

ALMEIDA, S. L. M.; SILVA, J. A. **Areia artificial: Uma alternativa econômica e ambiental para o mercado nacional dos agregados**. In: II SUFFIB – SEMINÁRIO: USO DA FRAÇÃO FINA DA BRITAGEM. São Paulo, 2005.

ALMEIDA, A. S. **Métodos de mineração**. In: TANNO, L. C; SINTONI, A. (Coord.). Mineração e município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. (Publicações IPT, 2850).

Agostinho. Marcia; Amorelli. Dirceu e Ramalho. Simone. **Introdução à Engenharia** – 1. ed. – Rio de Janeiro: Lexikon, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7225: **Materiais de pedra e agregados naturais**. Rio de Janeiro, 1993. 4p.

BACCI, D. L. [et al.]. **Aspectos e impactos ambientais de pedreiras em área urbana**. Revista. Esc. Minas, Ouro Preto, 59 (1): 47-54p. 2006. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: Set. de 2018.

BASILIO, F. A. - **Cimento Portland**. Estudo Técnico. 5ª ed. São Paulo, ABCP, 1983.

BASTOS, P. S. S. Estruturas de Concreto I, **notas de aula do curso de Engenharia Civil. 2014**. Universidade Estadual Paulista – UNESP.

BATTAGIN, A. F. **História do cimento**. 2008. Disponível em <http://www.cimento.org/index.php?option=content&id=itemid=29>

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção**, 1; Revisão técnica João Fernando Dias. V 5. Ed. Revisada. – [Reimp.]. – Rio de Janeiro: LTC, 2012.488p.

BARBOSA, F. B.; JOHN, L. M.; SILVA, V. E.; SILVA, E. C.R. Um comparativo entre os blocos cerâmicos utilizados nas edificações de Caruaru: **estudos preliminares**. Instituto Federal de Pernambuco, Curuaru-PE, 2011.

BENEVOLO, L. **História da Arquitetura Moderna**. São Paulo, Perspectiva, 1989.
BRASIL, Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2008**. Brasília: SNSA/Cidades, 2010c.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002, **estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil**. 2002. Diário Oficial da União, n. 136, de 17 de julho de 2002.

BRASIL, Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. **Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos**: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002. 2005b.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Projeto internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil (BRA/OEA/08/001). Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente Brasília – DF. 2010.

BLUMENSCHNEIDER, R. N. **A sustentabilidade da cadeia produtiva da indústria da construção**, (Tese de Doutorado). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

BUSTAMANTE, G. M., BRESSIANI, J. C. A indústria cerâmica brasileira. **Revista Cerâmica Industrial**, [São Paulo], v.5, n.3, p.31-36, 2000.

CAPELLO, G. **Entulho vira matéria-prima**. Técnica, São Paulo, ed. 112, jul. 2006.
Disponível em:
<<http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/populacao.phd?lang=PT&codmun+352044&search=sao-paulo|iha-solteira|infograficos:-evolucao-populacional-e-piramide-etaria>>.
Acesso em: 04 out. 2018.

CARAMALAC, C. **A Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. Toledo Leme Construção Civil. São Paulo. 2013. Disponível em:
<<http://repositorio.uninove.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/662/142.pdf?sequence=1>> Acesso em: 20 Out. 2018.

CAVALCANTI, V. M. M. **A INDÚSTRIA DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**. [S.l.]: [s.n.], 2012.

CAVALCANTI, ISABELA. Construção Civil – Introdução à Engenharia. 2011. **Trabalho de graduação**. Universidade de Pernambuco, Pernambuco.

CCE/CBIC – **Comissão de Economia e Estatística da Câmara Brasileira da Indústria da Construção**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br>>. Acesso em: 05 out. 2018.

CONSTRUÍDO, VII, 1998, Florianópolis. Anais eletrônicos...Foz do Iguaçu: InfoHab / LabEEE, 2002.

DIAS, L.A.M. **Estruturas de Aço**. Conceito, Técnicas e Linguagem. São Paulo, Ed. Ziguarte, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA MINERAL – DNPM. **Sumário mineral 2013**. 2013. 20 p. Disponível em: <www.dnpm.gov.br>. Acesso em: 04 out. de 2018.

FERREIRA, O.L. O uso adequado do aço e sua contribuição na racionalização da construção. **Dissertação de Mestrado** - FAU/UFRJ - Rio de Janeiro, 1998.

FRIGO, J.P; Silveira, D.S. **Educação ambiental e construção civil**: práticas de gestão de resíduos em Foz do Iguaçu-PR. Monografias Ambientais 2012.

FREITAS, M.I. Os resíduos de construção civil no município de Araraquara/ SP. 2009, 86 p. **Dissertação de mestrado** apresentada ao Centro Universitário de Araraquara - UNIARA, Araraquara-SP.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Inventário estadual de barragens do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2011. 31 p.

GERVÁSIO, H. M. **A SUSTENTABILIDADE DO AÇO E DAS ESTRUTURAS METÁLICAS**. Congresso Latino Americano da Construção Metálica. São Paulo – SP, 2008.

GRIGOLI, A. S. **Resíduo da construção civil utilizado como material de construção civil no local onde foi gerado**. Seminário do Comitê técnico do Ibracon CT-206-Meio Ambiente – Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil: Práticas Recomendadas, III, 2000. São Paulo. Anais. São Paulo: IBRACON, 2000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações sobre a Economia Mineral do Estado de Minas Gerais**. 2015.

INABAR E COELHO, Roberto e Cátia; **A evolução da Construção em Aço no Brasil**. CBCA- Centro Brasileiro da Construção do Aço.2015. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detales.phd?cod=7074>>. Acesso em: 19 de set. 2018.

IRAMINA, W.S.; TACHIBANA, I. K.; SILVA, L. M. C.; ESTON, S. M.; **Identificação e Controle de Riscos Ocupacionais em pedreira da região metropolitana de São Paulo**. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, dez 2009.

KARSTENSEN, K.H. **Formação e emissão de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) pela indústria de cimento**. UFMG, 2010.

LAUDARES, J.B.; RIBEIRO, S. Trabalho e formação do engenheiro. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 81, n. 199, p. 491-500, set./dez. 2000.

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A., 2010, **Tratamento de minérios**. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT.

LARUCCIA, M.M. **Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil**, Revista ENIAC Pesquisas.

LELLES, L.C.; SILVA, E.; GRIFFITH, J.J. & MARTINS, S.V. **Perfil Ambiental Qualitativo da Extração de Areia em Cursos D' Água**. Revista *Árvore*, Sociedade de Investigações Florestais. v.26, n.3. Viçosa, 2005.

LOZANO, Mauro, **Artigo Aterro de Alta Performance - (AP) - 2 - Obras de Pavimentação**, Artigo apresentado no XII GEOTEC, Jundiaí, 2014

Lopes, M. **Aço Revolução Construtiva**. Revista do Aço, São Paulo, v. 17, n. 42, p.34, Fev. 2015.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**. Estudos avançados 24 (68). São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v24n68/16.pdf>>. Acesso em 25 de Set. de 2018.

MIKALDO JR, Jorge; SCHEER, Sergio. **Compatibilização de Projetos ou Engenharia Simultânea: Qual é a melhor solução?** Revista *Gestão & Tecnologia de Projetos*. Curitiba, 2008.

Ministério das Cidades. Ministério do meio Ambiente. **Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos**: orientação para seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 27 out. 2018.

MIRANDA, L.F.R. et al. (2009). A Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil: 1986 – 2008. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre. v.9, n.1, p.57–71. jan/mar.

NEVILLE, Adam Mathew. **Propriedades do concreto**. Pini, São Paulo, 1997.
NICHOLS, Herbert e DAVID, Day, *Moving the Earth: The workbook of excavation*, 6th. ed. - McGraw-Hill Professional, 2010.

OHASHI, T. **Areia de brita: Histórico e Evolução**. Areia e Brita- ANEPAC, São Paulo, EMC, nº 34, 2006.

OLIVEIRA, A. V. M.; MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA, G.; FUJIWARA, T. Avaliação de cartéis: **o caso das pedras britadas**. Revista de Direito da Concorrência, v. 18, p. 93- 121, 2008.

PASCHOALIN FILHO, J.A.; GRAUDENZ, G. S. **Destinação irregular de resíduos de construção e demolição (RCD) e seus impactos na saúde coletiva**. Revista de Gestão Social e Ambiental, v.6, n.1, p 127-142, 2012.

PARREIRAS, A.O. O Aço e a Construção Civil no Brasil: Um Estudo do Sistema Construtivo Metálica. **Dissertação de Mestrado** - FAU/UFRJ - Rio de Janeiro, 2001.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.189

RIBEIRO, M.S. A industrialização como requisito para a racionalização da construção. **Dissertação de Mestrado**. Rio de Janeiro, UFRJ – FAU, 2002.

ROMAN, H.; GLEIZE, P. Possibilidades de utilização de resíduos pela indústria cerâmica. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, VII, 1998, Florianópolis. Anais eletrônicos...Foz do Iguaçu: InfoHab / LabEEE, 2002.

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo, USP-FAU, 1980.

SANTOS, A. L. **Diagnóstico ambiental da gestão e destinação dos resíduos de construção e demolição (RCC): análise das construtoras associadas ao Sinduscon/RN e empresas coletoras atuantes no município de Parnamirim - RN**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SIDERURGIA BRASILEIRA: **PRINCÍPIOS E POLÍTICAS**. INSTITUTO AÇO BRASIL Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/relatorio08_2010.pdf>. Acesso em 25 de set. de 2018.

SIDERURGIA BRASILEIRA: **PRINCÍPIOS E POLÍTICAS**. INSTITUTO DE AÇO BRASIL Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/publicacoes.asp>>. Acesso em 05 out. de 2018.

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA. LEVY, S. M.; HELENE, P. R. L. Reciclagem de entulhos na construção civil: a solução política e ecologicamente correta. **Anais**. Goiânia: Ufgo, 1995. Starling, H. M. M.; Germano, L.B.P., Engenharia: história em construção. Belo Horizonte: UFMG, 2012.

SOUZA, P. C. A. Reflexões sobre os desastres ambientais no estado do Rio de Janeiro: **Questões socioambientais e psicossociais**. 2014. Artigo publicado na Revista VITAS – Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade.

TARTUCE, R. GIOVANNETTI, E. **Princípios básico sobre Concreto de Cimento Portland**. Pini: Ibracon São Paulo, 1990.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2010. 183 p.

TONIETTO, A.; SILVA, J. J. M. C. **Valoração de danos nos casos de mineração de ferro no brasil**. Revista brasileira de criminalística, v.1, n.1, 2011.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental – ISO 14000**. 9. ed. São Paulo: Senac, 2009

VALVERDE, F.M. **Agregados para a construção civil: Balanço mineral brasileiro**. São Paulo: ANEPAC, 2001.