

***SUSTENTABILIDADE E IMPACTOS AMBIENTAIS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL***  
***SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF  
CIVIL CONSTRUCTION***

Data do recebimento do artigo: 15/01/2014

Data do aceite do artigo: 7/4/2014

Data da publicação: 23/06/2014

Processo de Avaliação: Double Blind Review

*Mauro Maia Laruccia<sup>1</sup>*

Doutor em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
Professor da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

## **RESUMO**

Esse trabalho analisa alternativas sustentáveis quanto a tecnologias e materiais de construção. Com relação à metodologia, à tipologia de pesquisa é a descritiva, quanto aos procedimentos foi utilizado a pesquisa bibliográfica em dados secundários e quanto à abordagem do problema é um estudo do tipo qualitativo. Concluímos que todas as medidas implantadas e todas as ações planejadas só terão sucesso com a aplicação de conceitos da educação ambiental, a fim de introduzir nas pessoas valores que acabaram se perdendo, necessidades que ultrapassam aspectos econômicos e que alcançam o essencial para o bem estar: a qualidade de vida. Portanto, tem-se aqui a base necessária para qualquer mudança que se deseje fazer em se tratando da questão ambiental, sendo por meio dela possível informar, conscientizar, orientar e alcançar o desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** construção civil, sustentabilidade, construção civil sustentável

## **ABSTRACT**

This paper examines how different technologies and sustainable building materials. Regarding the methodology, this research is descriptive as to the procedures we used the literature on secondary data and the approach of the problem is a qualitative study. We conclude that all the measures implemented and planned all actions will only be successful with the application of concepts of environmental education in order to present the people who ended up losing values, also needs that go beyond economics and get essential to the well-being: the quality of life. Therefore, here is the necessary basis for any change to do when it comes to environmental issues, through it can inform, educate, guide and achieve sustainable development.

**Keywords:** construction, sustainability, sustainable construction.

---

<sup>1</sup> Autor para correspondência: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - R. Monte Alegre, 984 - Perdizes, São Paulo - SP, Brasil. CEP 05014-901

## 1. INTRODUÇÃO

A Construção Civil é uma importante atividade que traz benefícios, não apenas de caráter econômico, mas também de âmbito social, contribuindo para o contínuo desenvolvimento do país. Geração de mão de obra, comércio de materiais, venda e locação de propriedades são alguns exemplos que caracterizam essa ampla movimentação socioeconômica pela qual o setor é, direta ou indiretamente, responsável, através da elaboração de construções de grande e pequeno porte e reformas em estruturas já existentes.

Trata-se de um setor em constante crescimento com grande potencial de geração de emprego. Em Março de 2009 a construção civil apresentou alta de 0,87% no número de empregos, registrando mais de 18 mil brasileiros (PINTO, 2009).

Porém, em contra partida, é um setor altamente degradante e os impactos ambientais causados podem ser observados em todas as etapas de sua cadeia produtiva. Assim, tem-se degradação logo na extração de matéria-prima, sendo o setor responsável por grande parte dos recursos naturais extraídos, entre 15 e 50 %. Pode-se citar também, ainda nessa etapa inicial, os 220 milhões de toneladas de agregados naturais que são consumidos apenas na produção de concreto e argamassa no Brasil, e ainda, o fato de cerca de 2/3 de a madeira natural extraída ser utilizada por essa atividade, sendo que a grande maioria das florestas não são manejadas de maneira adequada (JOHN, 2007).

Além da problemática inicial, quanto à matéria-prima, a elaboração de materiais de construção é responsável por inúmeros impactos, específicos de cada processo produtivo. O cimento é um dos principais materiais de construção, possuindo um elevado consumo mundial e assim uma proporcional produção. Trata-se de um produto de extrema utilização, uma vez que a maioria das obras necessita desse material para serem realizadas.

Assim, esse material aglomerante é de grande importância para o setor, porém também é elevada a geração de impactos causados por toda a cadeia produtiva desse material. Na sua produção, por exemplo, ocorre a emissão de grandes quantidades de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera.

A geração de resíduos, em grande quantidade e geralmente de classificação inerte, apresentado na NBR 100004 de 2004, como aquele que se mantém inalterados por um longo período de tempo, é outra problemática, essa ocorrente no momento da construção ou demolição.

E por fim, quando já finalizada a construção, o ambiente construído continua a impactar, porém de uma forma contínua. Claro que é necessária a utilização de recursos (água, eletricidade, etc..) pelo homem, porém, tendo em vista a utilização excessiva e exagerada, e a enorme população que usufrui desses bens, é necessário considerar esta etapa também como geradora de degradação ambiental.

Portanto, com o objetivo de apresentar os impactos gerados pelo setor da construção civil, focando no cimento, esse artigo irá apresentar a cadeia produtiva desse material de construção, que é de importância fundamental ao setor, de forma a abordar sua produção e utilização, apresentando os impactos ambientais gerados e algumas possíveis soluções, enfatizando a reciclagem.

## **2. EXTRAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA E PROCESSO PRODUTIVO**

Calcário e argila são a matéria-prima do cimento. Assim, o processo produtivo tem início em minas de calcário, sendo esse a principal matéria-prima. Quanto à extração da rocha, essa pode ser realizada a céu aberto ou de maneira subterrânea. No Brasil, a lavra a céu aberto é mais comumente encontrada, e o desmonte da rocha é realizado por meio de explosivos.

Esse processo ocorre de um modo que explosivos são dispostos em locais pré-determinados por estudos geológicos existentes da área levando em consideração a quantidade de rocha e a granulometria desejadas visando a qualidade do produto final e o aproveitamento adequado da jazida. Logo, por meio dessa técnica o desmonte da rocha é realizado.

O calcário segue para a britagem, a fim de fragmentar-se para dar continuidade ao processo e também eliminar impurezas. Parte-se para a dosagem e forma-se o composto contendo 90% de calcário e 10% de argila que segue para o primeiro processo de moagem, realizado em equipamentos denominados moinhos de bolas. Sendo o primeiro contato feito entre os dois materiais, forma-se uma mistura parecida com areia fina, conhecida como “cru” e que posteriormente segue para os silos de farinha. Os silos são responsáveis pela homogeneização da mistura, trata-se de grandes estruturas verticais que promovem tal objetivo por meio da gravidade e por processos pneumáticos.

Assim, forma-se a farinha crua, uma mistura em condições adequadas para dar continuidade ao processo e seguir ao forno, que funciona a partir de óleo combustível. Inicia-se o processo de clínquerização. A mistura passa por pré-calcinadores e segue para a queima em si, que atinge a temperatura de fusão de material, 1450 graus, e gera o clínquer, essencial para a formação do cimento. E então essa etapa é finalizada com a passagem pelos resfriadores, diminuindo a temperatura do produto gerado.

Deste modo, ocorre mais um processo de moagem, em que o clínquer é moído com gesso e outras adições como calcário, e finalmente origina-se o cimento. O organograma abaixo apresenta as principais etapas da produção de cimento.

## **3. IMPACTOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA DO CIMENTO**

A indústria de cimento traz impactos logo na extração de matéria-prima. É adquirido o essencial para produção através do processo de mineração de calcário. A mineração trata de toda atividade de extração de minerais, que envolve algum valor econômico. É uma atividade essencial para o progresso e o desenvolvimento do país, tendo papel fundamental nos primórdios da civilização, com a fabricação de ferramentas e equipamentos necessários para dar continuidade à vida naquele momento, e em tempos atuais, uma vez que é por meio dessa atividade que se torna possível a produção de diversos produtos que visam a qualidade de vida, bem estar e suprimento de necessidades da população.

A partir de meados do século XVII, após o enfraquecimento da economia açucareira, a atividade mineradora começou a ganhar importância no Brasil com a busca de metais preciosos como o ouro. Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e São Paulo eram as principais regiões produtoras.

Nesse momento os recursos minerais pertenciam à coroa portuguesa, sendo que os responsáveis pela realização da atividade de mineração eram obrigados a pagar vinte por cento

da produção, denominado quinto.

Hoje, uma vez que os recursos minerais pertencem à União, o registro de jazidas minerais é realizado junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) por pessoas físicas ou jurídicas (empresas) especializadas na atividade extrativa que comprovem capacidade financeira e técnica de executar a atividade.

Conforme disposto na constituição federal de 88, em seu artigo 176: “As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.” E nesse mesmo artigo, parágrafo 2º: “É assegurada participação ao proprietário do solo nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei”.

Assim, aquele que explorar a região terá a propriedade do produto da lavra, porém, uma vez que esse local possuir um proprietário de solo, este terá participação nos resultados da lavra, exceto aquelas designadas como monopólio da União, neste caso o proprietário possui direito de indenização.

É notável a movimentação econômica que o setor engloba. A mineração traz matéria-prima para muitas indústrias responsáveis por produtos essenciais para o ser humano e ao trazer esse material, trazem também milhares de empregos, produtos para consumo, impostos, e muitos outros fatores que tem como base a mineração e só existem por conta dela.

Portanto, é fato a sua importância econômica. Porém, não é apenas esse aspecto que deve ser levado em conta. O benefício econômico, em muitos casos acaba tendo um contraste quando comparado com aspectos sociais e ambientais.

A atividade de mineração é uma atividade que traz consigo características degradantes. A exploração, que pode ser realizada de inúmeras maneiras, tendo em vista técnicas primitivas e menos complexas até as modernas e tecnologicamente superiores, traz consigo fatores que levam à perda de qualidade ambiental da área explorada. Questões como retirada da vegetação nativa e cobertura vegetal e com isso perda de espécies animais que habitavam aquele local, poluição da água, do ar, poluição sonora, vibração, contaminação do lençol freático, emissão de particulado, subsidência do terreno (movimentação do terreno), em alguns casos destruição de mata ciliar, entre outros, são exemplos de ações indesejáveis geradas pela mineração.

Ainda, quanto ao caráter social, tem-se a depreciação de imóveis circunvizinhos, problemas quanto ao tráfego urbano, ruído e vibração. De acordo com a definição de meio ambiente, englobando não apenas meios bióticos e abióticos, mas também a relação antrópica, nesse momento comprova-se esse conceito, uma vez que os impactos ambientais apontados pela atividade da mineração, direta ou indiretamente, influenciam a vida da população e acabam se tornando sociais também. Assim, pode-se dizer que o caráter social e ambiental trata-se de um único caráter, podendo ser nomeado apenas como ambiental e subentendendo que este termo englobe ambos os aspectos. Porém, para efeito de compreensão ao longo desse trabalho, tem-se que os efeitos negativos gerados pela mineração são de caráter socioambiental.

#### **4. MEDIDAS LEGAIS PARA MINIMIZAR O IMPACTO AMBIENTAL**

A fim de traçar soluções para diminuir o potencial impactante da atividade mineraria, um começo seria respeitar a legislação vigente no país. De início tem-se o licenciamento

ambiental. O licenciamento ambiental é uma obrigação legal destinada a todo empreendimento ou atividade que cause degradação ou poluição ao meio ambiente. No caso apresentado, o licenciamento ambiental seria o ponto de partida para iniciar o processo de mineração e extração de recursos em um determinado local.

Com participação social na tomada de decisões por meio de audiências públicas, o licenciamento é compartilhado pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente e pelo IBAMA, como partes integrantes do SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente). A política nacional do meio ambiente (PNMA) em seu artigo 6º, dispõe sobre a constituição desse sistema e sua estruturação:

Os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

Quanto ao licenciamento, o IBAMA trata de grandes empreendimentos, com infra-estruturas envolvendo impactos que ultrapassam um estado, e também atua em atividade petrolífera e de gás na plataforma continental.

A legislação principal que trata do tema, além da PNMA - lei 6938/81, é a resolução CONAMA nº 237/97, que dispõe sobre o licenciamento ambiental e também o parecer nº 312, que, tendo como fundamento a abrangência do impacto, trata sobre a competência estadual e federal para o licenciamento.

Uma das exigências para ter acesso ao licenciamento ambiental é a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental, o EIA, e o posterior Relatório de Impacto Ambiental, o RIMA. Disposto na resolução CONAMA 001/86, é um requisito básico para licenciar qualquer atividade de aproveitamento de recursos minerais. Porém, a apresentação do EIA não é exigida no caso de materiais minerais de emprego imediato na construção civil, em função das características do empreendimento. Assim, a exigência se faz quanto ao Relatório de Controle Ambiental (RCA) conforme as diretrizes do órgão estadual competente.

Assim demonstra a resolução CONAMA nº 10 de 1990, que dispõe sobre a exploração de bens minerais de classe II (areia, argila e calcário), em seu artigo 3º:

A critério do órgão ambiental competente, o empreendimento, em função de sua natureza, localização, porte e demais peculiaridades, poderá ser dispensado da apresentação dos Estudos de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.

Parágrafo Único - Na hipótese da dispensa de apresentação do EIA/RIMA, o empreendedor deverá apresentar um Relatório de Controle Ambiental-RCA, elaborado de acordo com as diretrizes a serem estabelecidas pelo órgão ambiental competente.

O PCA/RCA denominado Plano de Controle Ambiental acompanhado do Relatório de Controle Ambiental, documento cuja estruturação possui escopo semelhante ao do EIA/RIMA, porém, não são demandados altos níveis de especificidade em suas elaborações.

Quanto ao processo de extração, o decreto-lei 227/67, código da mineração, entre outras questões, dispõe as condições de lavra em seu capítulo III, orientando para uma exploração ideal judicialmente.

Conforme a lei 9605/98, que entre outras providencias “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente”, em seu artigo 55:

Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida: Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa. Parágrafo único. Nas mesmas penas incorre quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente.

De acordo com a constituição federal de 88, artigo 225, parágrafo 2º: “Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”.

E ainda, conforme instituído pelo Decreto Federal 97.632, de 1989, em seu artigo primeiro:

Os empreendimentos que se destinam à exploração dos recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente, plano de recuperação de áreas degradadas.

Trata-se do PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas. É o planejamento de recuperação elaborado para o momento de encerramento da atividade. Assim, o PRAD mostra-se como um documento essencial, que apresenta ações a serem realizadas no local de extração posterior desativação da região, o uso futuro da área de influencia da mina após sua desativação, com medidas como programas de recuperação do solo, recuperação de vegetação, entre outras.

Partindo para a atividade já implantada e saindo do âmbito judicial, os recursos minerais são recursos classificados como não renováveis, são recursos finitos.

A mineração descontrolada e despreocupada e conflitos de uso e ocupação do solo, trazem estimativas de diminuição crescente de jazidas disponíveis, podendo acarretar assim dificuldades futuras quanto a construções presentes em planos e metas, como moradias, estradas e obras de saneamento. (MACHADO, apud FARIAS, 2002).

Visando o desenvolvimento sustentável e o abastecimento das necessidades das gerações futuras, a única maneira de preservar esses recursos é por meio de uma exploração realizada de forma sustentável e de um consumo sustentável, uma vez que o consumo e a produção são valores proporcionais. Essas medidas de exploração controlada são alcançadas por meio de tecnologias avançadas e corretas aplicações de técnicas de lavra. Alguns exemplos de empreendimentos que apresentam excelentes tecnologias ambientais são: Cantareira, Viterbo, CBA, CBNM, Embu, Jundu, MBR, Samitri, Samarco, Vigne, entre outras.

Quanto à relação empreendimento X comunidade, pode-se citar algumas ações preventivas a fim de evitar conflitos com populações ao redor do local de atividade mineraria. Segundo Freire (apud FARIAS, 2002) a compra de áreas no entorno do empreendimento. Essa alternativa nem sempre é possível, em função do custo, principalmente para as pequenas empresas de mineração; o arrendamento de áreas no entorno do empreendimento para serem utilizadas em atividades que possam conviver com a atividade de mineração. Embora de menor custo, exige estudos para identificação dessas atividades; a melhoria das relações de vizinhança com os proprietários das terras vizinhas ao empreendimento; e o planejamento das operações de lavra e de beneficiamento de acordo com as disposições legais que regulam o uso e ocupação do solo na região.

Quanto ao consumo consciente, esse só será atingido por meio de um eficiente programa de educação ambiental. A implantação da educação voltada para questões ambientais também seria interessante, não apenas para os consumidores de produtos que possuem como matéria-prima materiais provenientes da mineração, mas também para os trabalhadores, para as comunidades ao entorno, enfim, essa medida é essencial para qualquer empreendimento ao se referir em desenvolvimento sustentável.

A mineração mostra-se como necessária para o desenvolvimento social e econômico de diversos países, sendo essencial para a vida moderna. Porém torna-se necessário, a fim de evitar danos, repensar conceitos de responsabilidade social e enquadrar a atividade quanto à sustentabilidade.

## **5. CONSTRUÇÃO E GERAÇÃO DE RESÍDUOS**

De acordo com a NBR 10.004 de 2004, que “classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente”. Quanto ao resíduo sólido, tem-se como definição:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (NBR10004:2004).

Segundo a ABNT (NBR10004:2004) o item 4.2.2.2 é assim descrito:

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.

O resíduo gerado pela construção e demolição (RCD) é também conhecido como entulho. Possui forma sólida, com características físicas variáveis, que dependem do seu processo gerador, variando desde grãos até dimensões irregulares.

Englobando materiais resultantes de construções, manutenções e demolições, sendo originado desde etapas da atividade industrial como mineração, refino de materiais e transformação; como também originadas do consumo, pela obsolescência, através do descarte de embalagens e por meio de degradação e desgaste. Possui composição variada, podendo ser constituído de materiais como cerâmica, concreto, argamassas, rochas naturais, madeira, aço e outros metais, plástico, gesso, cimento, vidros, asfalto, entre outros.

O entulho, de modo geral, por apresentar em sua composição vários materiais considerados inertes, como tijolos, rochas e vidros, por exemplo, possui essa mesma classificação, porém algumas obras podem gerar entulhos não inertes ou até mesmo perigosos (classe I), por meio da presença de elementos que os incluam em outra classificação. A presença de amianto, por exemplo, faz com que o resíduo passe a ser perigoso.

Quanto a legislação, de acordo com a Resolução CONAMA 307 de 2002, que trata de critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, é definido no Art. 2º,

Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Conforme disposto na resolução CONAMA apresentada, os geradores de tal resíduo devem ter como objetivo prioritário não gerá-lo, e, como secundário, devem buscar reduzi-lo, reutilizá-lo, reciclá-lo e cuidar para que a destinação final seja correta, uma vez que não é possível sua disposição em aterros domiciliares, área de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. A responsabilidade pelo entulho gerado é do gerador, sendo a Prefeitura corresponsável por pequenas quantidades (geralmente menos que 50 kg ou 100 lts).

Porém, deve-se considerar, utilizando como exemplo o estado de São Paulo, conforme disposto no Artigo 191, Capítulo IV da constituição:

O Estado e os Municípios providenciarão, com a participação da coletividade, a preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente natural, artificial e do trabalho, atendidas as peculiaridades regionais e locais e em harmonia com o desenvolvimento social e econômico.

Portanto, o entulho gerado é de responsabilidade do gerador, e a prefeitura quando em pequenas quantidades, porém, cabe ao Estado o dever de providenciar a preservação, recuperação e a melhoria do meio ambiente. Seja desde a implantação de programas, até a retirada de disposições ilegais. O setor da construção civil é responsável pela geração de

parcela predominante da massa total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades.

No Brasil, a geração de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) foi estimada em 65 milhões de toneladas por ano. Estimativas revelam que no Brasil são gerados de 230 a 760 Kg/hab por ano que corresponde de 41 a 70% da massa de lixo urbano do país (PINTO apud JOHN, 2001). Na Região Metropolitana de São Paulo, esta é cerca de 4,8 milhões toneladas, correspondendo à cerca de 70% da massa dos Resíduos Sólidos Urbanos. Estudos realizados em diversas cidades têm apontado os seguintes números, conforme tabela 1.

<b>Município</b>	<b>Fonte</b>	<b>Geração Diária em ton.</b>	<b>Participação em Relação aos Resíduos Sólidos Urbanos</b>
São Paulo	I&T – 2003	17.240	55%
Guarulhos	I&T - 2001	1.308	50%
Diadema	I&T – 2001	458	57%
Campinas	PMC -1996	1.800	64%
Piracicaba	I&T – 2001	620	67%
São José dos Campos	I&T – 1995	733	67%
Ribeirão Preto	I&T – 1995	1.043	70%
Jundiaí	I&T – 1997	712	62%
São José do Rio Preto	I&T – 1997	687	58%
Santo André	I&T – 1997	1.013	54%

TABELA 1: RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.

Fonte: Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil (2005)

## 6. IMPACTOS E PROPOSTAS SUSTENTÁVEIS

Resíduos de construção e demolição geralmente são inertes. Sendo assim, permanecem durante longo tempo na natureza, fato esse que se agrava com a grande quantidade de entulho gerado por ano pelo país. Além disso, impactos são causados quando dispostos de maneira ilegal, seja por conta da ineficiência ou inexistência de políticas públicas que disciplinam e ordenam os fluxos da destinação dos resíduos, ou/e devido ao descompromisso dos geradores no manejo e destinação dos resíduos. Essa disposição errônea pode causar obstrução de córregos e enchentes, proliferação de agentes transmissores de doenças, obstrução de vias prejudicando circulação de pessoas e veículos, degradação das áreas de manancial e de proteção permanente, assoreamento de rios e córregos, obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias e sarjetas, além da degradação visual causada quanto à paisagem urbana.

Segundo informações do FINEP (2005) “Os resíduos depositados ilegalmente acabam gerando uma correção de elevado valor. A prefeitura de São Paulo, por exemplo, gasta mais de R\$ 35 milhões/ano para sua coleta, transbordo e operação de aterro”.

O poder público municipal frequentemente realiza serviços de coleta e cuida dos

custos de limpeza urbana. Porém, essa ação não impõe uma solução definitiva, uma vez que não é atingida a remoção total dos resíduos dispostos e, de certa forma, acaba incentivando a disposição irregular.

Assim, a gestão de resíduos deve integrar os três agentes que possuem responsabilidade quanto a esse tema: órgão público municipal, geradores de resíduos e transportadores. Sendo o primeiro responsável pelo controle e fiscalização sobre o transporte e destinação dos resíduos, o segundo responsável pela gestão interna e externa, de modo a observar os padrões legais de disposição final, e o último com a responsabilidade de conduzir o material até o local de disposição final licenciado e apresentação de comprovante de destinação (GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2009).

Segundo CATAPRETA et al (2008) a partir de 1993, a Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte iniciou o desenvolvimento de uma política específica, dirigida à gestão diferenciada dos resíduos de construção civil, a qual tinha como objetivo minimizar o crescimento desordenado das deposições clandestinas desses resíduos. Buscava também eleger uma nova forma de destinação final para os resíduos da construção civil que propiciasse sua reciclagem e reaproveitamento em serviços públicos, como materiais de base e sub-base de vias públicas, bem como para a produção de artefatos (blocos de alvenaria, briquetes, etc.).

Para os autores Estima-se que eram potencialmente recicláveis 70% do total de entulho coletado e, desse potencial, cerca de 30% eram reciclados em duas estações de reciclagem de RCD existentes à época, em Belo Horizonte. Em 2007, os resíduos da construção civil representaram 44 % do total de resíduos gerados no município.

## **7. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO ECOLÓGICOS**

Finalizada a construção, tem-se origem ao ambiente construído, que continua a gerar impactos negativos ao ambiente, como geração de resíduos, consumo de energia e de água elevados, São impactos eternos, uma vez que geralmente não se utiliza alternativas corretas para contê-los ou mitigá-los.

Assim, a geração de resíduos sólidos, efluentes e emissões, sofrendo variação de acordo com a finalidade do local construído, podendo se tratar de empreendimentos, casas, e outras variantes, ao mesmo tempo em que é fruto de necessidades que, muitas vezes, precisam ser supridas, podem ser minimizadas e evitadas com a aplicação de tecnologias e programas certos e eficientes que existem no mercado.

Para um projeto ser sustentável devemos identificar os impactos gerados e supor soluções que o erradiquem ou o minimizem. Assim, existem algumas alternativas quanto a questões de resíduos sólidos, utilização de recursos hídricos e energia, com capacidade de tornar um ambiente sustentável e diminuir seu potencial de geração de impacto.

A engenharia traz evoluções tecnológicas surpreendentes. São técnicas e equipamentos lançados que tornam possível tornar um ambiente ecologicamente correto.

Uma das alternativas possíveis é a utilização de energia solar para iluminação do ambiente e aquecimento de água. A captação de energia solar e sua posterior transformação em elétrica ou mecânica é uma energia limpa e renovável, que não polui o meio e é uma fonte de energia inesgotável e gratuita. A energia hidráulica, utilizada praticamente em todo o país, é uma energia considerável, quando comparada com muitas outras, mas o grande impacto causado está em seu momento de instalação. Sua instalação causa degradações e grandes

perdas no momento de construção da represa.

A água da chuva pode ser captada e utilizada de forma indireta em locais que não necessitem de potabilidade, como lavagem de carros, descargas, calçadas, irrigação entre outras. Com sua utilização, economiza-se água, um recurso finito.

Em relação aos resíduos sólidos, a coleta seletiva é uma excelente possibilidade para diminuir consideravelmente a quantidade de resíduos gerados. Além disso, por serem materiais de possível reciclagem, se essa medida estivesse presente e fosse efetuada por toda a população, ocorreria diminuição de toneladas de resíduos descartados em aterros e que em vez de serem armazenados por um período de tempo, seriam devidamente reutilizados, liberando espaço e diminuindo os prejuízos gerados por essa disposição.

Essa concepção pode ser introduzida em uma sociedade, porém torna-se necessário um eficiente programa de educação ambiental. A educação ambiental é uma alternativa necessária para implantação de qualquer medida. Todas as ações citadas só obterão sucesso se a população aceitar e perceber a necessidade de sua aplicação.

A seguir são citados alguns materiais que podem ser substituídos visando a sustentabilidade do setor. São materiais que possuem características ecológicas por diminuir impactos do processo de produção quando comparados com os tradicionais.

Cimento Ecológico	Em relação à quantidade de CO <sub>2</sub> emitido na atmosfera no processo de produção de cimento, essa alternativa visa a menor utilização de clínquer, principal componente associado à geração desse gás. O CPIII é um tipo de cimento que substitui parte do clínquer por escórias de siderurgia, material gerado da fusão de minério de ferro, coque e calcário. Assim, além de diminuição na geração de CO <sub>2</sub> , essa técnica aproveita em torno de 70% do resíduo gerado pela siderurgia, sendo assim classificada como ecológica.
Tijolo Ecológico	O que difere um tijolo ecológico de um tradicional é o seu processo de fabricação. O tijolo tradicional possui como etapa produtiva a necessidade de queima, cozimento, em que são utilizados combustíveis, como lenha e carvão, por exemplo. O tijolo ecológico é produzido através da compactação de solo, cimento e água em uma prensa hidráulica. Assim, não utiliza queima em seu processo, e, por se tratar, muitas vezes, de tijolos perfeitos, auto-encaixáveis, não é necessário nenhum material agregante entre eles. Dessa forma, argamassa é economizada e o custo final da obra é reduzido. Além disso, é elevada sua resistência mecânica.
Pavimento Ecológico elaborado com Pneu	Mais uma alternativa que pode ser aplicada considerando questões ambientais, é em relação a utilização de pneus em pavimentações urbanas. Assim, em revestimentos de ruas e estradas, são misturados ao asfalto pó de borracha de pneus. Dessa forma, pneus usados tem uma reutilização e ocorre melhoria do asfalto tradicional.

QUADRO 1: MATERIAIS QUE PODEM SER SUBSTITUÍDOS VISANDO A SUSTENTABILIDADE DO SETOR.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de aplicar o conceito de sustentabilidade em um setor da economia, foi escolhido para a presente monografia, o setor da construção civil. Trata de uma atividade grandiosa que movimentada a economia e gera milhões de empregos.

O presente trabalho cuidou de analisar todas as atividades necessárias para que a construção civil fosse possível, abordando os impactos e as possíveis propostas, baseadas na legislação vigente ou em novas tecnologias. De início foram descritas atividades de mineração, necessária para fabricação de materiais de construção. O processo produtivo foi detalhado, no caso, escolhido o cimento por tamanha importância que apresente ao setor. A atividade construtiva, obra, e conseqüente geração de resíduos foram, também, analisados. E por fim, foram abordadas tecnologias que podem ser implantadas na construção já finalizada e materiais de construção alternativos que tendem a tornar um edifício sustentável.

Em relação à extração de matéria-prima analisada, calcário, é necessário que haja cumprimento da legislação vigente, e a exploração, assim como também o consumo, devem ser realizados de forma sustentável. Associado a isso se tem as tecnologias avançadas e eficientes de mineração e a corretas técnicas de lavra, visando a não degradação ambiental.

Passando para o processo produtivo, impactos devem ser abordados e soluções propostas. Portanto, deve-se focar em todas as possibilidades de geração de poluidores. Foram analisados nesse trabalho questões quanto a emissões, energia e recursos hidrológicos, que relacionam os principais impactantes da indústria de cimento.

Quanto aos resíduos gerados, praticamente todas as atividades desenvolvidas no setor da construção civil são geradoras de entulho. A indústria da construção civil gera grande quantidade de resíduos inertes, que contribuem para a degradação da qualidade ambiental, principalmente se dispostos em locais inadequados. Praticamente todas as atividades desenvolvidas nesse setor são geradoras de entulho, sendo que as áreas urbanas contribuem significativamente com a geração desses resíduos.

Assim, torna-se necessário adotar soluções para a problemática dos resíduos sólidos inertes formados pela atividade de construção, através de técnicas corretas e respeito a legislação, com ações preventivas, mitigadoras e solucionadoras.

O trabalho analisou três maneiras de destinar os resíduos: aterrar, reutilizar e reciclar. O objetivo foi abordar alternativas que podem tornar o setor da construção civil menos impactante.

O aterro de inertes é uma das alternativas de descarte mais utilizadas atualmente, porém, não se trata de uma alternativa solucionadora. O montante de resíduos gerados é volumoso e os efeitos que esse causa no ambiente e na qualidade de vida é grandioso. Portanto, por se tratar de um material duradouro e causador de problemas sociais e ambientais, estocá-lo não é uma boa alternativa.

A redução, por sua vez, é uma solução considerável. Uma vez que implantar no momento da obra programas e ações que visem a redução de produtos irá providenciar medidas de redução e assim a sustentabilidade pode ser alcançada. Porém, é uma medida demorada, trata-se de um longo período de implantação, treinamento e aceitação dos trabalhadores associados e exige um eficiente processo de educação ambiental.

Já a reciclagem traz consigo tecnologias capazes de aplicação instantânea e trata-se de uma solução para grande parte dos resíduos de construção e demolição. É fato que há impossibilidade de produzir algo sem a formação de produtos indesejáveis. Toda ação de produção gera resíduos sólidos, emissões atmosféricas ou algum efluente, que geralmente são poluentes e degradantes da qualidade ambiental.

O maior desafio de todo o setor industrial é a gestão desse material, sendo que a melhor alternativa seria incorporá-lo ao ciclo, eliminando sua existência. Portanto, a melhor alternativa seria a utilização das três técnicas citadas de forma integrada. A implantação de programas de redução e reciclagem em obras, reformas e demolições, e a utilização do aterro apenas para os materiais que não fossem solucionados com esses programas. Dessa forma, poucas seriam as quantidades de resíduos encaminhados ao aterro e muito seria retornado ao processo, de forma a destinar resíduos e até mesmo diminuir consumos de matéria-prima.

Por fim, todas as medidas implantadas e todas as ações planejadas só terão sucesso com a aplicação de conceitos da educação ambiental, a fim de introduzir nas pessoas valores que acabaram se perdendo, necessidades que ultrapassam aspectos econômicos e que alcançam o essencial para o bem estar: a qualidade de vida. Portanto, tem-se aqui a base necessária para qualquer mudança que se deseje fazer em se tratando da questão ambiental, sendo por meio dela possível informar, conscientizar, orientar e alcançar o desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Oswaldo Luiz. (Ed.). Quer aumentar o tempo de vida do cimento? Use nanotecnologia. LQES: Laboratório de Química do Estado Sólido. Tradução de: "Veredict: Viscosity Enhancers Reducing Diffusion in Concrete Technology" de Bentz e outros. Disponível em: <[http://lqes.iqm.unicamp.br/canal\\_cientifico/pontos\\_vista/pontos\\_vista\\_divulgacao92-1.html](http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/pontos_vista/pontos_vista_divulgacao92-1.html)>. Acesso em: 16 nov. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Fluxograma de fabricação de cimento. Disponível em: <[http://www.abcp.org.br/basico\\_sobre\\_cimento/flashes/fabricacao/flash\\_fabricacao.swf](http://www.abcp.org.br/basico_sobre_cimento/flashes/fabricacao/flash_fabricacao.swf)>. Acesso em: 12 nov. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004. Resíduos sólidos. Classificação. Rio de Janeiro, ABNT, 17 p., 2004.

BATTAGIN, Arnaldo Forti. Uma breve história do cimento Portland. Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Disponível em: <[http://www.abcp.org.br/basico\\_sobre\\_cimento/historia.shtml](http://www.abcp.org.br/basico_sobre_cimento/historia.shtml)>. Acesso em: 15 nov. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente-conama. Ministério do Meio Ambiente. Resolução 307, de 5 de julho de 2002: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no D.O.U. Diário Oficial da União em 17 jul 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

BRASIL. Lei 12305, de 2 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC (Rio de Janeiro). A Importância do Setor de Construção Civil na Economia Brasileira. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/files/textos/027.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2009.

CATAPRETA et. al. Avaliação do desempenho das usinas de reciclagem de resíduos de construção civil de Belo Horizonte, Brasil. Anais do XXXI Congresso da AIDIS Santiago, Chile. 8p, 2008.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. Mineração e meio ambiente no Brasil. Relatório. N.D. 2002. Disponível em: <[www.cgee.org.br/arquivos/estudo011\\_02.pdf](http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo011_02.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2009.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). FINEP apoia seminário sobre desafios para cumprimento da Resolução 307 do Conama. Brasília: MICT, 2005. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?cod\\_noticia=735](http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?cod_noticia=735) >. Acesso em 28 ago. 2010.

GEOCIÊNCIAS. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. Ciclo das rochas. Disponível em: <<http://www2.igc.usp.br/replicas/rochas/ciclo.htm>>. Acesso em: 09 nov. 2009.

GEOCIÊNCIAS. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. Rochas sedimentares. Disponível em: <<http://www2.igc.usp.br/replicas/rochas/sedimentar.htm>>. Acesso em: 9 nov. 2009.

GERMANI, Darcy José. A Mineração no Brasil. Disponível em: <[http://www.cgee.org.br/prospec%C3%A7%C3%A3o/doc\\_arq/prod/registro/pdf/regdoc1023.pdf](http://www.cgee.org.br/prospec%C3%A7%C3%A3o/doc_arq/prod/registro/pdf/regdoc1023.pdf)> Acesso em: 20 nov. 2009.

GOMES, Adailton de Oliveira. (Coord.). Materiais de construção. Reciclar Bahia Disponível em: <[http://www.reciclar.ufba.br/aulas/eng\\_101/aglomerante/menu.htm](http://www.reciclar.ufba.br/aulas/eng_101/aglomerante/menu.htm)>. Acesso em: 15 nov. 2009.

JOHN, Vanderley M. Palestra: Resíduos de Construção e Demolição. Palestra apresentada no dia 05 de novembro de 2001 na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo no evento Seminário de Resíduos Sólidos/Pares Poli - Ações responsáveis e Soluções sustentáveis. Disponível em: <[http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/Pares%20-%20Poli\\_vmjohn.pdf](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/Pares%20-%20Poli_vmjohn.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2009.

MACHADO, Fabio Braz. Calcário. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/sedimentares/calcarios.html>>. Acesso em: 10 nov. 2009.

MACHADO, Fabio Braz. Rochas. Museu “Heinz Ebert”. Rio Claro, SP. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/introducao.html>>. Acesso em: 09 nov. 2009.

MAGNAVITA, Alexsander; et. al. Processo de produção do cimento. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/Omonitor/processo-de-produo-do-cimento>>. Acesso em: 12 nov. 2009.

MEIO AMBIENTE. Rochas do Arpoador. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/arpoador/rochas.html>>. Acesso em: 9 nov. 2009.

MIELKE, Eduardo Jorge Costa. Análise da Cadeia Produtiva e Comercialização do Xaxim, Dicksonia sellowiana, No Estado do Paraná. 2002. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Florestais, Departamento de Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

NUNES, Paulo Henrique Faria. Mineração, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Aspectos Jurídicos e Sócio-Econômicos. Disponível em: <[http://www.estig.ipbeja.pt/~ac\\_direito/Mineracao.pdf](http://www.estig.ipbeja.pt/~ac_direito/Mineracao.pdf)> Acesso em: 20 nov. 2009.

PINTO, Tarcísio de Paula (Org.). Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: A experiência do SindusCon-SP. São Paulo: Obra Limpa; Sinduscon-SP; I&T, 2005. 48 p. Disponível em: <[http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/Manual\\_Residuos\\_Solidos.pdf](http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/Manual_Residuos_Solidos.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2009.

RECICLAGEM DE RESÍDUOS PARA CONSTRUÇÃO. Resíduos de construção e demolição. Disponível em: <<http://reciclagem.pcc.usp.br/>> Acesso em: 25 nov. 2009.

SAMPAIO, João Alves; ALMEIDA, Salvador Luis Matos de Almeida. Calcário e Dolomito.

Rio de Janeiro: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2005. Capítulo 15. Disponível em: [www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2005-132-00.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2005-132-00.pdf) Acesso em: 10 nov. 2009.

SANTI, Maria Mourat; SEVÁ FILHO, Arsênio Oswaldo. Combustíveis e riscos ambientais na fabricação de cimento. Anais do II Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), Campinas, mai. 2004. Disponível em: [http://www.fem.unicamp.br/~seva/anppas04\\_SantiSeva\\_cimento\\_RMBH.pdf](http://www.fem.unicamp.br/~seva/anppas04_SantiSeva_cimento_RMBH.pdf) Acesso em: 12 nov. 2009.

SÃO PAULO (Estado). Constituição do Estado de São Paulo. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 5 out. 1989. Disponível em: <http://www.legislacao.sp.gov.br/dg280202.nsf/a2dc3f553380ee0f83256cfb00501463/46e2576658b1c52903256d63004f305a?OpenDocument>. Acesso em 29 ago. 2010.

SÃO PAULO. Prefeitura do Município de São Paulo. Câmara Municipal. Lei 13.298, 16 de Janeiro de 2002: Dispõe sobre as responsabilidades e condições de remoção de entulho, terra e materiais de construção. Publicada na Secretaria do Governo Municipal, em 16 de janeiro de 2002. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/lei13298.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2009.

SILVA, Ione Guilherme Pereira da; RODRIGUES, Danielle Fernandes; PINHEIRO, Nadja Valéria. Cadeia produtiva da construção civil: Uma análise sobre a sustentabilidade. Anais do XI Encontro de Iniciação à Docência. Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: [http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex\\_xienid/xi\\_enid/monitoriapet/ANAIS/Area5/5CCSADAMT01.pdf](http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_enid/monitoriapet/ANAIS/Area5/5CCSADAMT01.pdf) Acesso em: 5 nov. 2009.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO (SNIC). Co-processamento de resíduos industriais. Disponível em: <http://www.snic.org.br/>. Acesso em: 15 nov. 2009.

\_\_\_\_\_. Perfil da indústria do cimento no Brasil. Disponível em: <http://www.snic.org.br/>. Acesso em: 11 nov. 2009.

\_\_\_\_\_. Processo produtivo do cimento. Disponível em <http://www.snic.org.br/>. Acesso em: 12 nov. 2009.

\_\_\_\_\_. Relatório Anual 2008. Disponível em: <http://www.snic.org.br/>. Acesso em: 11 nov. 2009.

SIQUEIRA, Ligia Cristina Gonçalves de. Avaliação de impactos de emissões de metais geradas no coprocessamento de resíduos em forma de cimento. Disponível em: <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=37355029>. Acesso em 21 nov. 2009.

TORAYA, Juan de Lãs Cuevas. La era Del cemento (1). Vitruvius: Arquitectos, ano 3, set. 2002. Disponível em: [http://www.vitruvius.com.br/arquitectos/arq028/arq028\\_01.asp](http://www.vitruvius.com.br/arquitectos/arq028/arq028_01.asp). Acesso em: 15 nov. 2009.

VALVERDE, Fernando Mendes. Agregados para construção civil. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balan%C3%A7omineral2001/agregados.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2009.