



INSTITUTO FEDERAL  
GOIÁS

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO

## RELATÓRIO FINAL

### “ALTERNATIVAS PARA DIMINUIR A PRODUÇÃO E PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM JATAÍ/GO”

**Bolsista: Amanda Assis**

**Orientadora: Marluce Silva Sousa**

**Março/2012**

**Técnico Integrado em Edificações**

**2º Ano**

**É BOLSISTA DE RENOVAÇÃO: ( ) SIM (x) NÃO**

JATAÍ, JANEIRO DE 2013

## 1 – Identificação do Projeto e Componentes

**Título do Projeto:** ALTERNATIVAS PARA DIMINUIR A PRODUÇÃO E PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM JATAÍ/GO.

**Bolsista:** Amanda Assis

**Orientador:** Marluce Silva Sousa

**Local de execução:** Câmpus Jataí

**Vigência:** agosto de 2012 a fevereiro de 2013.

## 2 – Introdução

A construção civil é uma das atividades que mais causam impactos aos ambientes urbanos, pois sua cadeia produtiva está associada a grandes consumos de matérias-primas e energia, além de ser uma das maiores geradoras de entulho ou resíduo, sendo responsável por parcela significativa dos impactos ambientais a nível global.

Atualmente a construção civil em Jataí vem tendo um aumento significativo, aumentando, também, a produção de resíduos em função, principalmente, do desperdício. Não será tratado, aqui, sobre o tema geração de resíduos, destinação e disposição inadequada. Tal assunto já foi amplamente abordado em trabalho anterior (CASTANHO; SOUSA, 2012), que subsidiou este pesquisa. Entretanto, quando se propõe a diminuir a produção dos resíduos, é necessário investigar e combater as suas causas.

Segundo Peres (2011) o grande desperdício verificado em Jataí decorre do fato de os trabalhadores não possuírem um grau de qualificação suficiente para a realização da obra, cometendo erros técnicos que geram resíduos, como a estocagem irregular e podendo inutilizar alguns materiais.

Ainda, de acordo com o autor, o desperdício na construção foi investigado em uma pesquisa nacional, em 85 canteiros de obra, de 75 empresas construtoras, em doze estados, em que o consumo e as perdas em 18 tipos de materiais foram monitorados. A pesquisa constatou grande variação de desempenho entre as empresas, tais como perdas mínimas (2,5%) comparáveis aos melhores índices internacionais, ao mesmo tempo que um desperdício alarmante (133%) devido às muitas falhas cometidas na empresa.

O desperdício dos materiais agrava-se quando consideramos que o gasto de matéria, energia e o impacto ambiental envolvido na produção deste materiais é muito grande. A madeira, por exemplo, que, segundo segundo Falcão Bauer (1994), é o segundo material de maior consumo na construção civil, e que gera impactos na extração, muitas vezes ilegal, e no transporte, quase sempre rodoviário, utilizando-se queima de óleo diesel, altamente poluente.

Já o ferro, de acordo com Falcão Bauer (1994), é o metal de maior aplicação na indústria da construção. Sua extração é altamente impactante, pois as enormes crateras das quais são extraídos os minérios são simplesmente abandonadas no final de seu ciclo útil e, naquele local, a vegetação que foi retirada não é recuperada. Nas fábricas, o gasto energético é altíssimo no beneficiamento dos metais, além de serem utilizados, em geral, combustíveis fósseis, cuja queima libera o gás carbônico, que é altamente poluidor, contribuindo assim para o efeito estufa. De resto, a destinação incorreta

dos metais no solo contribui para a contaminação do mesmo e ocorre a partir do momento em que o ferro entra em processo de oxidação, no qual a matéria se degrada e penetra no solo através das chuvas contaminando-o, podendo essa contaminação, chegar ao lençol freático.

Ainda, podem ser citados os derivados de petróleo, cuja extração, beneficiamento e transporte, requer muito gasto energético, e sua disposição pode causar risco, bem como materiais cerâmicos, cuja fabricação envolve exploração social e matéria prima degrada leitos de cursos d'água.

Isso tudo demonstra que a resolução deste complexo problema da sustentabilidade na construção civil deve envolver não apenas o aproveitamento dos resíduos, mas a diminuição de sua produção, portanto do desperdício, assim como a escolha de materiais de menor impacto ambiental. Uma construção sustentável prevê que os materiais usados: dêem preferência para os que venham de locais próximos; não poluam o meio na qual é utilizado; tenham sido feitos sem agredir o meio e ou deturpar as ordens sociais e culturais, sejam sintéticos, naturais e ou transformados, devem ser produzidos para ser usados até o fim da vida útil.

Além da diminuição da produção, o trabalho enfoca a questão do aproveitamento, que é importantíssimo, pois o aproveitamento de resíduos da construção civil para a fabricação de novos produtos pode reduzir a necessidade de retirada de novas matérias-primas e o espaço necessário à disposição dos resíduos, como o aterro sanitário, e baratearia os custos de produção, segundo Levy (2007), em 3,2%.

Em 2002, foi publicada a Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que definiu diretrizes para o gerenciamento de resíduos, incentivo à minimização da geração, à reutilização e à reciclagem. Passados alguns anos dos prazos previstos observou-se que nem todos os municípios seguiram corretamente o combinado, devido ao fato de que a maior parte dos resíduos é depositada clandestinamente, diminuindo assim as chances de sucesso no cumprimento das diretrizes estabelecidas. Em Jataí, isso foi confirmado por Peres (2011) e Castanho e Sousa (2012).

De acordo com Pinto (1999), quase a totalidade dos resíduos da construção civil é de baixa periculosidade, no entanto são gerados altíssimos volumes desses materiais. Embora algumas prefeituras tenham buscado minimizar os impactos gerados pelo descarte inadequado, disponibilizando pontos de entrega voluntários de pequenas quantidades, ilustrados em Jataí pelos Ecopontos (CASTANHO; SOUSA, 2012), a melhor saída não é somente a destinação correta desses resíduos, mas sim, a reutilização e reciclagem dos mesmos.

Segundo Peres (2011) vocábulo 'reciclagem' surgiu na década de 1970, quando as preocupações ambientais passaram a ser tratadas com maior rigor. As indústrias recicladoras são também chamadas secundárias, por processarem matéria-prima

Um passo importantíssimo para a reutilização e reciclagem dos resíduos, é a triagem e a classificação, fundamentais para garantir um produto final de melhor qualidade e homogeneidade.

Algumas pesquisas têm sido realizadas para melhorar a seleção dos resíduos da construção civil (PINTO, 1999), desse modo, desenvolveram-se algumas propostas, como por exemplo, a de primeiramente separar manualmente o material indesejado e contaminado, seguido de peneiramento, dispensando assim, a necessidade de britagem, gerando uma economia final de energia de até 80%.

Segundo a ABLP (2009) o Brasil ainda registra níveis baixíssimos quando se fala em mercado de materiais provindos da reciclagem, isso ocorre devido a vários fatores, e um dos principais ainda é a falta de conscientização sobre a importância de se separar os materiais desde o início de uma obra, pois dessa forma, é possível diminuir significativamente os níveis de desperdício, e também contribuir para uma maior viabilidade da reutilização e reciclagem, podendo assim, gerar resultados mais satisfatórios, capazes de impulsionar o desenvolvimento de tecnologias para, possivelmente, diminuir os gastos e potencializar a disseminação da utilização dessas técnicas por todo o país.

Os entulhos recicláveis são compostos de areia, pedras, concreto, cerâmicas, argamassas, vidros/cerâmicas esmaltadas, metais.

Alcântara (2005) afirma que os agregados produzidos são empregados, embora sem desenvolvimento técnico adequado, na produção de pequenos componentes de concreto, como por exemplo, blocos de pavimentação. Segundo o autor, a principal vantagem dos materiais reciclados é que há garantia de mercado para o produto reciclado, já que a única aplicação cuja tecnologia encontra-se razoavelmente consolidada é o uso de agregado em pavimentação.

O método básico da reciclagem é a britagem do entulho para a produção de material granular de um determinado tamanho; este tamanho deve ser definido conforme a destinação do material reciclado, como: aterros em geral, base ou enchimento em projetos de drenagem, sub-base ou revestimento de rodovias em construção ou concreto (PERES, 2011).

Peres (2011) apresenta, ainda, várias produtos que podem resultar de reaproveitamento dos materiais de construção como por exemplo: postes, bloquetes, paralelepípedos, banco para praças e jardins, fornos e fogões pré moldados.

De modo preliminar e superficial, sabe-se que nos EUA, Japão, França, Itália, Inglaterra e Alemanha e outros países a reciclagem de entulho já se consolidou, com centenas de unidades instaladas. No Brasil, o reaproveitamento do entulho é restrito, praticamente, à sua utilização como material para aterro e, em muito menor escala, à conservação de estradas de terra. No entanto, segundo Fiúza (2012), foi criado recentemente, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, formado por acadêmicos, pessoas ligadas às áreas social e financeira, construtores e representantes de organizações não-governamentais.

De tal maneira, o levantamento do que já tem sido feito neste sentido no mundo e no Brasil não se trata apenas de uma atualização em termos ambientais, mas da possibilidade de avançar no conhecimento e, porque não, no desenvolvimento técnico?

Diante da problemática ambiental global e regional, a escola, que é o meio ambiente vivido e compartilhado pelo aluno é o lócus da aprendizagem e da formação de valores e hábitos e, também, da reprodução das concepções vigentes. Mas pode ser, também, o lócus da produção de novas concepções, valores e hábitos.

O Câmpus Jataí tem um papel fundamental neste sentido, pois é uma instituição pública, a única da região a ofertar um curso na área de construção civil e que se propõe a realizar pesquisa na área técnica e tecnológica. Assim, este trabalho foi relevante, pois, dentre outros aspectos, buscou dar uma resposta positiva do curso Técnico em Edificações para a comunidade jataiense.

Neste sentido, o objetivo principal deste trabalho é avançar no conhecimento do tema construção sustentável, correlacionando a literatura existente sobre o mesmo com as características socioeconômicas do município de Jataí, bem como a percepção dos profissionais da área, a fim de apresentar alternativas para diminuir o desperdício de materiais e aproveitar os resíduos da construção civil, barateando o custo econômico e ambiental das obras.

### **3 Material e Métodos**

#### **3.1 Materiais e Métodos**

O início da pesquisa foi marcado pela seleção de textos existentes sobre os temas sustentabilidade, projetos e técnicas para construções sustentáveis, elaboração de novos materiais a partir de resíduos, etc, seguindo-se o fichamento, para elaboração de revisão de literatura.

Como fontes de pesquisa foram utilizados livros, artigos científicos, revistas da área de construção civil, sites em que constam invenções de modelos de utilidades, como o Instituto Nacional da Propriedade Industrial ([www.inpi.gov.br](http://www.inpi.gov.br)).

Paralelamente, foi realizada a caracterização dos aspectos naturais e socioeconômicos de Jataí, por meio do levantamento de dados secundários junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)), e aos órgãos dos governos estadual e municipal. Foi elaborado um questionário (Apêndice 1), atendendo as preceitos de Gressler (2003), e aplicado junto a algumas empresas revendedoras de materiais de construção, a fim de levantar, com dados primários, a demanda regional e alguns dos impactos do uso de materiais para Jataí.

Foi elaborada, também, uma entrevista (Apêndice 2), e aplicada com profissionais da área, como mestres de obras, pedreiros, engenheiros civis e arquitetos. Foi imensa a contribuição destes profissionais e sujeitos envolvidos no processo, tanto para observar-se as percepções deles a respeito de desperdício e sustentabilidade, quanto para levantar possibilidade de aproveitar os resíduos.

Vários trabalhos de campo, com conversas informais, foram realizadas, a fim de realizar e registrar observações de várias obras pela cidade, de diversos portes, com o objetivo de apresentar alternativas para o aproveitamento de resíduos.

Uma vez caracterizados os aspectos naturais e socioeconômicos, assim como definida a demanda regional, a análise dos dados permitiu definir um caminho a seguir. Assim, definiu-se pela tentativa de utilização de resíduos da construção civil para produção de novo material para construção civil, neste caso, o concreto, descrita em item específico a seguir.

Os dados coletados foram tabulados e analisados, elaborando-se o Relatório Final.

#### **3.2 Fabricação de material para construção civil utilizando resíduos**

A fase dos testes, conforme metodologia para desenvolvimento de materiais em várias normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, entre outros, contou com o auxílio dos profissionais envolvidos na obra do Câmpus, bem como daqueles lotados nos Laboratórios da área de Construção Civil do Câmpus Jataí.

Seguindo as orientações de Calmon (2007) e Levy (2007), os resíduos da construção e demolição podem ser reciclados e gerar produtos como blocos de concreto estruturais e não estruturais, agregados, blocos e concreto para pavimentação, concreto e argamassas.

Nesta perspectiva, para a realização dos testes, utilizou-se o traço elaborado a partir de um traço de referência, que são os seguintes: para o traço convencional utilizado foi, 1: 2,25: 2,75: 0,53 e para o traço que foi utilizado para fazer a mistura do concreto reciclado foi o seguinte, 1: 2,25: 2,75: 0,55.

Para os ensaios para produção de concreto, foram utilizados os seguintes materiais: restos de blocos de concreto, coletados junto à obra do novo prédio do Câmpus Jataí (Figura 1), bem como dos resíduos de corpos de prova oriundos do Laboratório de Materiais de Construção do Câmpus Jataí. O peso total destes materiais foi de 30 kg.



Figura 1 Resíduos de construção civil, que foram coletados para a fabricação dos agregados, na Unidade Flamboyant do Câmpus Jataí, em julho de 2012.

Estes materiais foram desagregados manualmente, utilizando-se uma marreta de madeira, até que os resíduos ficassem de tamanhos compatíveis com brita, conforme a Figura 2.



Figura 2 Preparação dos agregados para a fabricação do concreto, no Laboratório de Materiais de Construção e Mecânica de Solos, na Unidade Riachuelo, do Câmpus Jataí, em novembro de 2012.

Em seguida, o material foi peneirado e a fração passante na peneira com abertura 4,8 mm foi descartada. A fração retida foi seca em estufa e sua composição granulométrica foi determinada.

Algumas das características dos materiais usados nesta pesquisa podem ser vistos na tabela abaixo

Tabela 01: propriedades dos agregados.

<i>Material</i>	<i>Diâmetro Máximo</i>	<i>Módulo de finura</i>
<i>Areia grossa</i>	6,3 mm	2,97
<i>Agregado graúdo convencional</i>	19,0 mm	6,19
<i>Agregado graúdo reciclado</i>	25,0 mm	6,76

O material reciclado foi, então, utilizado em substituição de 25% da pedra britada na produção do concreto. Paralelamente, produziram-se corpos de prova de referência, utilizando-se o agregado graúdo geralmente utilizado na produção de concretos.

Após o rompimento dos corpos, com cura de três e quatro dias, realizaram-se os testes de resistência à compressão, conforme normas da ABNT, NBR 10836 (ABNT - 1994) e a NBR 8492 (ABNT - 1984).

As etapas de fabricação do concreto podem ser visualizados na Figuras 3.



Figura 3 Processo de fabricação do concreto e realização do slum test, no Laboratório de Materiais de Construção e Mecânica de Solos, na Unidade Riachuelo, do Câmpus Jataí, em novembro de 2012.

## 4 – Resultados

### 4.1 A utilização de materiais de construção em Jataí.

A formação do território goiano esteve ligada, inicialmente, às explorações auríferas mas poucas áreas urbanas surgiram desta fase. O território jataiense foi sendo constituído numa fase posterior, de “conquista” para o aproveitamento das terras para a criação de gado.

No interior do Brasil, a variedade de materiais disponíveis não era grande, apesar da abundância em madeira, por exemplo, nos primórdios da apropriação territorial, ainda em fins do século XIX.

Posteriormente, quando o país passa por uma modernização, caracterizada pelo processo de industrialização e modernização da agricultura, entre outros, a dinâmica econômica regional é afetada, tanto pela sua inserção no economia nacional por meio da agricultura mecanizada, principalmente com a cultura da soja, quanto pelas alterações espaciais que este fenômeno provoca.

Acompanhando esta nova dinâmica, o município e a cidade crescem, em quantidade de pessoas e economicamente, ensejando modificações no setor da construção civil. A facilidade de

locomoção e comunicação condizentes com estas transformações permite que novos materiais sejam trazidos e utilizados, o que também é consequência do maior poder aquisitivo de alguns. Como exemplo, as paredes, portas e janelas de madeira, antes muito comuns, vão sendo substituídas por novos materiais, vindos de outra região.

Para ilustrar e tentar dimensionar o uso de materiais, foram aplicados questionários em empresas de pequeno e médio porte.

Dos materiais mais comercializados nos estabelecimentos pesquisados, os que mais se destacaram foram, respectivamente: materiais cerâmicos (telha, tijolos, pisos e revestimentos), componentes para a fabricação do concreto (brita, areia e cimento), e metais (estruturas metálicas, treliças, parafusos, portas e janelas). Dentre os materiais pesquisados, os derivados do petróleo são os menos comercializados.

Quando questionados sobre o local proveniente da madeira, houve um leve consenso entre os entrevistados, que afirmaram na totalidade, que todos os produtos derivados da madeira são de outros municípios e/ou estados, ou, simplesmente não trabalham com madeira. Este dado é coerente com o apresentado, por exemplo, por Oliveira (2002), que apresenta um área com vegetação nativa totalizando apenas cerca de 10% da cobertura do solo no município, percentual inferior aos 20% de reserva legal, segundo o Código Florestal, em Goiás. Portanto, a madeira utilizada em Jataí, hoje, é quase toda vinda de outra região, implicando em gastos energéticos em seu transporte, sem contar com o fato de que, muitas vezes, a madeira revendida pode ser de origem ilegal.

Em relação aos materiais cerâmicos, quase a totalidade é proveniente de Jataí, especialmente produtos de fabricação mais simples, como tijolos. Do mesmo modo, os componentes para a fabricação de concreto, como a brita e a areia, são extraídos em Jataí. Tanto para a retirada da argila e da areia, quanto de rochas para fabricação da brita ou há grande impacto ambiental, como desmatamento, assoreamento, alteração do leito dos cursos d'água, abertura de crateras que podem ser abandonadas.

Já os revestimentos, assim como os metais e derivados de petróleo, em geral, provêm de outros estados. Se não há presença de impactos ambientais diretos em Jataí, os impactos indiretos são muitos, especialmente no que se refere à queima de combustíveis fósseis, principal fonte energética no Brasil, para sua fabricação e transporte.

Diante disso, salienta-se a necessidade de conscientizar os profissionais envolvidos na construção civil para que: dêem preferência para os que venham de locais próximos, aqueles cuja fabricação não degradem o meio no qual é utilizado e que tenham uma longa vida útil.

#### 4.2 Alternativas para diminuir a produção de resíduos da construção civil

Tal como já salientado na introdução, o aquecimento do setor da construção civil no Brasil e, especificamente em Jataí, somado ao imenso desperdício nas obras, gera uma grande quantidade de resíduos que, posteriormente, podem ser dispostos clandestinamente, entupindo a drenagem urbana e proliferando doenças, entre outros impactos negativos, ou de maneira regular, requerendo grandes investimentos públicos para a construção de aterros sanitários.

As observações de algumas obras em Jataí, como pode ser visualizado na Figura 4, inclusive no prédio em construção da Unidade Flamboyant, do Câmpus do IFG, demonstram que as principais causas para a geração de tantos resíduos são: erros na execução ou mudança de projetos, acondicionamento inadequado dos materiais e falta de interesse dos responsáveis. Em alguns casos, paredes são construídas, destruídas e construídas novamente. Em outros, e muito comum, o calçamento e o revestimento ainda novos são retirados para a colocação da rede elétrica e hidráulica.



Figura 4 Imagens da construção da Unidade Flamboyant, do Câmpus Jataí, que mostram erros na execução do projeto e disposição inadequada dos materiais, gerando desperdício na obra, em julho de 2012.

De acordo com Peres (2011) o grande desperdício verificado em Jataí decorre do fato de os trabalhadores não possuírem um grau de qualificação suficiente para a realização da obra. Nesse sentido, foram realizadas mais de dez entrevistas com profissionais da área: pedreiros, mestres de obra, engenheiros civis e arquitetos, a fim de se analisar melhor a percepção deles a respeito do tema, bem como sinalizar para algumas alternativas.

Na percepção dos pedreiros, o Brasil gera tantos resíduos porque há um aumento das obras e um crescimento econômico. Assim, aumentando as obras, aumentam os resíduos. Outros mencionaram que há falta de atenção e que o Brasil gera resíduo “Porque os materiais demolidos são inutilizáveis e não servem mais para nada” (P 2). Tal pensamento demonstra tanto a falta de conhecimento em relação à reutilização, bem como a visão preconceituosa do resíduo, amplamente disseminada e presente em nossa cultura.

Já os engenheiros e arquitetos pontuam, como causa de tamanha geração de resíduos no Brasil: cultura do não reaproveitamento; falta de planejamento das atividades produtivas; falta de integração entre projetistas e executores; mão-de-obra sem capacitação ou qualificação e-processos produtivos que agregam baixa tecnologia.

Quando questionados se há preocupação com a sustentabilidade nas obras nas quais eles trabalham, a maioria dos pedreiros respondeu que “às vezes”.

Os entrevistados apontaram algumas medidas para diminuir o desperdício, tais como: conscientização dos pedreiros, atenção no local de trabalho, reaproveitamento dos materiais que estejam em boa qualidade, planejamento antecipado das etapas de produção e qualificação profissional.

Quando questionados se havia muita geração de resíduos nas obras nas quais trabalham, alguns disseram que há muita geração de resíduos “Principalmente quando é reforma gera muitos resíduos” (P 4) E também mencionaram “Por que as pessoas ainda não sabem reciclar.” (P 3).

Sobre o reaproveitamento nas obras nas quais trabalham, a grande maioria disse que simplesmente não havia prática de reaproveitamento, porém, exceções mostraram que se importam com as pessoas carentes “quando é retirado algo que dá para ser aproveitando, doamos para as pessoas mais carentes utilizar” (P 1). E com outras obras “usamos para fazer o contra-piso das residências” (P 1).

A entrevista continha uma questão que solicitava a menção de algumas formas de diminuição da produção e de reaproveitamento de resíduos, ao que eles apontaram: “Manter a obra sempre organizada e se possível chamar um tira entulho para guardá-los” (P 1). E, também, “vários resíduos poderiam ser utilizados para calçadas, aterros em lotes desnivelados.” (P 6). Assim vemos que os serventes e mestre-de-obra também se importam com os resíduos que produzem e que com o tempo as pessoas aprender a reutilizar o “lixo” que elas produzem.

Uma vez que, na literatura sobre o tema e nas entrevistas fica claro que parece existir uma “falta de consciência” sobre a sustentabilidade, e que esta consciência significa um esclarecimento sobre os impactos da atuação profissional, sobre a escassez que isso pode gerar e, portanto, de educação ambiental, foi aplicada a entrevista a alguns alunos do Curso Técnico em Edificações, modalidade Projea, do Câmpus Jataí. Trata-se de profissionais da construção civil que são, também alunos em busca de qualificação e que tiveram contato com disciplinas e conteúdos de educação ambiental.

Na visão dos alunos, a geração dos resíduos sólidos da construção civil só acontece pela falta de conscientização sobre o que é certo ou errado para a destinação do “lixo” produzido nas obras novas quanto em reformas,

a geração de resíduos, [são] falta de conscientização de quem pega as reformas e quebra tudo sem dó e piedade, e não preocupa com o material de onde vem e não sabe para onde vai, sendo que muitas coisas podem ser reaproveitadas em outro local ou na mesma construção, mas por agilidade joga fora e compra tudo novo. (PA 1)

Em relação à preocupação da sustentabilidade nas obras, na maioria das vezes os pedreiros nem ficam sabendo se há preocupação com sustentabilidade na obra, pois na maioria dos casos isso fica por conta dos profissionais responsáveis, mas existem formas de reaproveitar esses materiais:

os pedaços de madeira vão para a queima nas padarias, da sobra de concreto se faz broca para calçadas e tampas de caixa de esgoto, pontas de ferro se faz lixeiras, pega ladrão e o que não serve vai para a reciclagem, e os materiais que são de demolição vão para o container que às vezes é utilizado em grandes aterros. (PA 1)

A análise das entrevistas permite concluir que os alunos do curso de Proeja se diferenciam dos demais, não só por apontar melhor causas, como pela execução de medidas que reduzem o desperdício e reaproveitam materiais.

Ao mesmo tempo, verifica-se um grande conhecimento das causas e processos por parte dos engenheiros e arquitetos, porém não acompanhados de medidas efetivas, dadas as respostas apresentadas na questão: “Nas obras nas quais você trabalha há preocupação com a sustentabilidade”. Para esta questão, a maioria absoluta dos engenheiros e arquitetos respondeu ‘não’. Assim, ao que parece, a questão vai além da “conscientização”. É uma questão, também, de ação.

Finaliza-se com a citação direta da fala de um dos proprietários de empresa revendedora de materiais de construção, que se voluntariou para expor sua opinião:

Acredito que para mudar nas pessoas, no caso aqui, os profissionais da construção civil, essa cultura do desperdício e descaso com a natureza, onde ainda infelizmente a maioria pensam que os recursos naturais jamais vão acabar, é preciso tornar matéria obrigatória [disciplina escolar], que referencia a cultura do não desperdício e preservação ambiental, nos cursos de formação de engenheiro civil, arquiteto, técnico em edificações, mestre de obras, encarregado de obras, pedreiro, carpinteiro, etc. nas instituições de ensino federais, estaduais, municipais, SENAC, SENAI e outras (E 1).

#### 4.3 Fabricação de novo material a partir de resíduos.

Em relação ao aproveitamento de resíduos para fabricação de novo material, a fim de expor uma das alternativas em Jataí, os resultados médios dos ensaios de resistência à compressão diametral na idade de 04 dias são apresentados na tabela abaixo e os corpos de prova na figura

Tabela 02: resistência à compressão

<b>Concreto</b>	<b>Resistência à compressão</b>
<b>Convencional</b>	17,0 MPa
<b>Reciclado</b>	15,9 MPa

A diferença entre resistência à compressão do concreto convencional e do concreto com agregado reciclado foi inferior a 10%, o que mostra a viabilidade da utilização do agregado graúdo reciclado na produção de concreto.

Porém, este trabalho foi inicial, a metodologia se constituiu um teste que poderá ser ajustado mas, até o momento, a utilização dos agregados reciclados mostrou-se tecnicamente e economicamente viável, comparando-se o baixo custo da preparação do agregado em relação à compra do material. Ademais, a reciclagem dos resíduos para a produção dos agregados de forma manual, como foi feito neste trabalho, é inviável. Seriam necessários investimentos, públicos e privadas, para a compra de máquinas adequadas, para a desagregação e Trituração dos resíduos.

Os corpos de prova podem ser vistos na Figura 3.



Figura 5 Teste de compressão nos corpos de prova, realizados no Laboratório de Materiais de Construção e Mecânica de Solos, na Unidade Riachuelo, do Câmpus Jataí, em novembro de 2012.

#### 4.3 Outras formas de aproveitamento

Tanto nas entrevistas quanto nas observações de campo, procurou-se identificar e registrar algumas formas de aproveitamento de resíduos. As mais comuns, são:

a) britagem dos resíduos sólidos com reuso em aterros ou na preparação de bases asfálticas de vias públicas. Este tipo de utilização é o mais comum em Jataí, e as imagens a seguir ilustram como vários terrenos recebem o material, o que é, por um lado bom, pois diminui o custo ambiental e social da obra. Por outro, é necessário conhecimento técnico para que o material seja britado e compactado adequadamente, evitando problemas futuros.



Figura 6 Utilização de resíduos para aterros em lotes urbanos, em Jataí. (Setor Portal do Sol).

b) reuso de materiais de construção (tijolos, telhas, madeiras) provenientes de demolição para novas construções. Este tipo de utilização necessita, entretanto, que haja bastante cuidado na demolição. É uma excelente alternativa para as pessoas de baixa renda, porque diminui o custo da obra. Na figura 7, pode-se observar duas casas que foram construídas, quase que exclusivamente, com material de demolição.



Figura 7 Utilização de resíduos para componentes em novas construções: portas, janelas, tijolos, telhas, cobertura, em Jataí (Vila Sofia)

c) reuso de materiais de construção para fabricação de móveis e utensílios: mesa, banco e armário. Na figura 8 observa-se este tipo de alternativa que, no entanto, requer um trabalho de seleção e artesanato. Entretanto, como sabe-se que, muitas vezes, a qualidade dos produtos de demolição, principalmente a madeira, é muito boa, os resultados são satisfatórios.



Figura 8 Utilização de resíduos para fabricação de móveis e utensílios, em Jataí (Vila Sofia)

## 5 – Conclusão

Com a realização deste trabalho concluiu-se que:

- grande parte dos materiais utilizados na construção civil em Jataí são produzidos em outras regiões, implicando em grande gasto energético;
- há grande produção de resíduos da construção em Jataí, que se deve ao fator despedício, motivado tanto pela falta de conhecimento, quanto de interesse dos responsáveis.
- a utilização dos resíduos para diversos fins é bastante viável, inclusive como componente do concreto, como mostraram os ensaios. Entretanto, no Brasil, em geral, e em Jataí, especificamente, todos se acostumam com a cultura do infinito, do renovável e do abundante, quando se trata das questões ambientais. Desse modo, para que tudo isso seja possível, nesse processo que é uma verdadeira cadeia, é importante a atuação de vários agentes. O poder público, definindo o plano de gerenciamento, incentivando, fiscalizando e fornecendo subsídios e o setor privado, criando mercados e os profissionalizando.

## 8 – Apoio e Agradecimentos

Agradecimentos ao CNPq, pela concessão da bolsa e Iniciação Científica. Ao professor Jerônimo Otoni de Carvalho Neto e ao aluno Elizeu Oliveira da Silva, pelo fundamental auxílio na elaboração dos ensaios.

## 9 – Referências Bibliográficas

ABLP, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA. **Limpeza pública**, 2009. n. 72.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. Resíduos Sólidos – Classificação; NBR 10004**. São Paulo, 2004.

ALCANTARA, C. A., Reutilização dos resíduos sólidos da construção civil, p.37, São Paulo 2005.

CALMON, J. L. **Resíduos industriais e agrícolas**. In: ISAIA, G. C. (Org.) Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. Ibracon, 2007.

CASTANHO, B. A. C.; SOUSA, M. S. **Resíduos sólidos da construção civil em Jataí: produção, destinação e aproveitamento**. Relatório final o PIBIC/Ensino Médio/CNPq. Julho de 2012.

FALCÃO BAUER, L. A. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

FIUZA, Á. L. G. **Construção Sustentável**. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/construcoes-sustentaveis-conceito-e-importancia-da-sustentabilidade-social/25033/>. Acesso em 30 jan 2012.

GRESSLER, L. A.. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. São Paulo: edições Loyola, 2003.

LEVY, S. M. Materiais reciclados na Construção Civil. In: ISAIA, G. C. (Org.) **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. Ibracon, 2007.

PETRUCCI, E. G. R., "Concreto de Cimento Portland ", Ed. Globo, 13<sup>a</sup> Ed., 1998.

PERES, G. J. **Estudos para implantação de usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição da construção civil no município de Jataí**. 2011. Monografia de final de curso (Graduação). Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia: 2011.

PIN TO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo**, 1999. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo:1999.