

## RECICLAGEM DE ENTULHO E SUA VIABILIDADE SUSTENTÁVEL E ECONÔMICA NO MUNICÍPIO DE PARATY/RJ

CHRISTIAN FIALHO DE JESUS\*

\*Curso de Graduação: Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo - FEC/UNICAMP

E-mail: [cjfialho@uol.com.br](mailto:cjfialho@uol.com.br)

**RESUMO:** A construção civil é a maior geradora de resíduos sólidos bem como é a grande causadora de impactos ambientais em toda a sociedade. Os resíduos de obras são gerados por demolições, por processos de renovações e devido a novas construções de edificações ou estruturas de grande relevância para a população, sendo que procedimentos construtivos que tenha por referência a Agenda 21 são fundamentais. Ademais, reduzir, reaproveitar e reciclar materiais norteia a ações ambientais cada vez mais urgentes e significativas no contexto mundial e que auxiliam para um menor desperdício dos recursos naturais. Esse trabalho visa avaliar os benefícios e viabilidade de se aliar a tecnologia na construção civil; tal como o uso de um britador de mandíbula na empresa Santa Clara Transportes e Serviços Ltda. em Paraty no Rio de Janeiro, somada a ações voltadas para a preservação do meio ambiente. Tais conduções mostraram poder agregar valor econômico ao entulho desse segmento produtivo e de grande estratégia ao desenvolvimento de Paraty com reflexos à sociedade ao país.

**PALAVRAS-CHAVES:** Construção. Sustentabilidade. Resíduo. Paraty. Ambiente

### WASTE RECYCLING AND ITS SUSTAINABLE AND ECONOMIC VIABILITY AT THE MUNICIPALITY OF PARATY / RJ

**ABSTRACT:** The construction is the largest generator of solid waste and is the major cause of environmental impacts throughout society. Wastes from construction are generated by demolitions, renovations processes and due to new construction of buildings or structures of great importance for the population, and construction procedures in accordance to the Agenda 21 are essential. Furthermore, reduce, reuse and recycle materials guiding the environmental actions increasingly urgent and significant on the world stage and help to less waste of natural resources. This study aims to evaluate the benefits and feasibility of combining the technology in construction; such as the use of a jaw crusher by the company Santa Clara Transport and Services Ltda. in Paraty, Rio de Janeiro, coupled with actions to preserve the environment. Such conduction showed to add economic value to the rubble of this productive segment and grand strategy for the development of Paraty with reflections on society in the country.

**KEYWORDS:** Construction. Sustainability. Residue. Paraty. Environment

### INTRODUÇÃO

É muito desejável e procedente que as cidades brasileiras se norteiem para fornecer brita e areia recicladas para a indústria da construção civil de forma complementar aos

agregados naturais a partir de Resíduos de Construção e Demolição (RCDs). Conforme artigo de LEVY & HELENE (1995), a construção é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento e desde os primórdios

da humanidade foi executada de forma artesanal, gerando como subprodutos grande quantidade de entulho mineral. Tal fato despertou a atenção dos construtores já na época da edificação das cidades do Império Romano e desta época datam os primeiros registros da reutilização dos resíduos minerais da construção civil na produção de novas obras. Entretanto, só a partir de 1928 começaram a ser desenvolvidas pesquisas de forma mais sistemática para avaliar o consumo de cimento, a quantidade de água e o efeito da granulometria dos agregados oriundos de alvenaria britada e de concreto. Porém, a primeira aplicação significativa de entulho só foi registrada após a segunda guerra mundial, na reconstrução das cidades europeias, que tiveram seus edifícios totalmente demolidos e os escombros ou entulho resultante foi britado para produção de agregado visando atender à demanda na época. Assim, pode-se dizer que a partir de 1946 teve início o desenvolvimento da tecnologia de reciclagem de entulho da construção civil.

Também LEVY & HELENE (1995) explicita que na Europa havia um desperdício equivalente a 200 milhões de toneladas anuais de concreto, pedras e recursos minerais valiosos e isso referenciado há uma década. Tal volume de materiais seria suficiente para se construir uma rodovia com seis faixas de rolamento interligando as cidades de Roma, na Itália, a Londres, na Inglaterra. Hoje esse volume dez

anos depois-ressalto- é muito mais significativo na Europa. Entretanto, segundo MARINHO (1991), no Brasil há um grande desperdício de materiais, já que são utilizados 98% de métodos tradicionais cujo norteamento evidencia uma característica artesanal da construção no nosso país. Ademais, estudos sobre os desperdícios em obras civis apontam índices que variam de 11% a 20% segundo PINTO (1994) e PICCHI (1993). Entretanto, nações tecnologicamente desenvolvidas, como EUA, Holanda, Japão, Bélgica, França e Alemanha, entre outros, entendem a necessidade de reciclar as sobras da construção civil e pesquisam o assunto intensamente visando atingir um grau de padronização dos procedimentos adotados para a obtenção dos agregados, atendendo desta forma aos limites que permitem atingir um nível mínimo de qualidade. E isso é exemplar para o nosso país e não deve passar despercebido para todos os que entendem a relevância da preservação do meio ambiente mesmo no indispensável uso da tecnologia. E se somam a isso que as ações humanas podem ser sustentáveis e ainda gerarem benefícios econômicos para o nosso país.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela lei federal 12.305, de 2 de agosto de 2010, incentiva a criação de mecanismo de mercado para o gerenciamento destes resíduos no Brasil. Com efeito, se o entulho tiver uma boa gestão ambiental

(referenciada na Agenda 21- o qual é um instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável do país) e desde que o mesmo seja separado, tornando-se resíduo; este poderá ter um valor agregado econômico e de interesse para a construção civil bem como auxiliar a conduzir um desenvolvimento no país de uma indústria recicladora emergente. Um exemplo de sustentabilidade e de boa gestão ambiental é a empresa Santa Clara Transportes e Serviços Ltda. em Paraty (RJ), a qual é licenciada pelo INEA (Instituto Estadual do Ambiente) e que foi avaliada no período de 9 a 12 de fevereiro de 2015, norteando esse trabalho para um projeto do Laboratório de Extensão da UNICAMP em Paraty (LEPAC, 2015a).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidas informações pelo acesso e contato para entrevista com diversos atores, como funcionários de órgãos e instituições governamentais como o ICMBio, um advogado, técnicos do meio ambiente, soldados da polícia militar ambiental, um engenheiro ambiental, empresários, gerentes, uma secretária, um reciclador de materiais e algumas pessoas da população local. Esses contatos forneceram informações sobre legislação ambiental, dados pertinentes ao projeto e alguns sobre a deposição de entulhos na cidade de Paraty.

Um alambique no bairro Corisco foi visitado e foi verificado que recebem de fato a madeira proveniente da empresa Santa Clara Transportes e Serviços Ltda., conforme relatado pelo seu gerente administrativo. Foram registrados em fotos alguns exemplos de entulhos lançados de forma inapropriada bem como de madeiras doadas para o alambique do Corisco e de materiais recicláveis doados pela empresa para o reciclador creditando as informações recebidas da empresa recicladora. Algumas das grandes aprendizagens nesse trabalho são que quaisquer ações em educação ambiental ou com o meio ambiente é indissociável em termos conhecimento da legislação ambiental e das governamentais diversas vigentes, ou seja, de diferentes esferas, desde a municipal até a federal. Procurou-se utilizar trabalhos idôneos como referência para cálculos e os estudos procedentes mais atualizados, embora muitas vezes os dados mais confiáveis foram obtidos de estudos não tão recentes como por exemplo os do ano de 2011 da UERJ e de citações de valores referentes à década de 90, mas que não perdem seu valor associado, já que apenas evidenciam o aumento expressivo da produção de resíduos sólidos no país. Dessa forma, as avaliações foram por estratégia deste trabalho, referenciadas de forma conservadora devido à falta de dados recentes ou mesmo de alguns dados precisos, o que não deixa de ser apreciável já aponta grandes

possibilidades para o setor e sua viabilidade econômica e de sustentabilidade. Procurou-se preservar a identidade, a imagem de contatos e de fontes de informação, a menos que tenha sido permitida autorização para expor o nome no trabalho. Apenas para reforçar, no trabalho o símbolo (/) será dividir e (X) multiplicar, conforme uso já consagrado.

A legislação foi pesquisada e analisada, principalmente sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela lei federal 12.305, de 2 de agosto de 2010, a qual incentiva a criação de mecanismo de mercado para o gerenciamento destes resíduos no Brasil.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi verificado que em relação à PNRS, poucos municípios, dentro do contexto nacional, tem uma política de fato norteada para uma efetiva implantação das práticas necessária. Infelizmente, em Paraty ainda as ações de tal política são incipientes ou se desarticularam outrora em seus esforços. Entretanto, é importante analisar empresas que conduzem seu trabalho aliado com a agenda 21.

Em Paraty a única empresa que foi identificada com ações de sustentabilidade ambiental e licenciada pelo INEA é a empresa Santa Clara Transportes e Serviços Ltda. Além de fazer uma reciclagem do entulho proveniente da Costa Verde ainda participa do importante programa de compensação de carbono feito pelo

LEPAC (2015b) no qual as parcerias com as empresas Flora Paraty e Carbono Florestal também desempenham importante trabalho de preservação e recuperação do meio ambiente. Para compensar as emissões de Carbono, a empresa Santa Clara adquire e financia anualmente o plantio de mudas de árvores no programa de arborização da rodovia BR-101, contribuindo com a preservação do meio ambiente.

A empresa Santa Clara separa a madeira (Figura 1) e a doa para alambiques e casas de farinha a qual servirá como fonte energética evidenciando um reaproveitamento de um material natural que é outrora retirado da natureza.



**Figura 1.** Pilha de madeira (à direita) separada e pronta para ser enviada aos alambiques.

Também os materiais recicláveis são doados para um reciclador vizinho à empresa que gerará um retorno financeiro pra ele e menos impacto ao meio ambiente (Figura 2)



**Figura 1.** Material para ser reciclado já separado.

Infelizmente os resíduos não sólidos (que não são de interesse para produção da empresa e para uso de alambiques, casas de farinha e recicladores) são separados para ser enviado para o aterro sanitário de Ariró em Angra dos Reis, no RJ, o que envolve um percurso de ida e volta de cerca de 170 quilômetros, realizado por dois caminhões trucados, com capacidade de 15t. Note que isso delineia um alto custo operacional e logístico para o município. O entulho restante, esse sim sendo o foco da empresa já que se tornou resíduo de construção, é então processado em uma grande britadeira que possui três diferentes peneiras, gerando quatro tipos de agregados que são de notável interesse para a construção civil (Figura 3). Desta forma, o resíduo sólido retorna ao ciclo construtivo e ainda a empresa participa do programa de compensação de carbono estimulando a sustentabilidade e preservando o meio ambiente.



**Figura 3.** Acima o material recolhido e pré-selecionado para ser britado, e abaixo o resultado depois de triturado e passar pelas peneiras.

Segundo o gerente administrativo da empresa avaliada por esse trabalho, Danilo R. Calvo, a mesma processa aproximadamente 50m<sup>3</sup> de entulho de construção ao dia, ou seja, 12.000t de entulho ao ano (considerando 20 dias de trabalho de reciclagem ao mês e em oito horas diárias de funcionamento do equipamento britador), que são provenientes de toda a Costa Verde, ou seja, 1.000t/mês. No entanto, cabe ressaltar que a empresa avaliou 1m<sup>3</sup> equivalendo a 1.000 kg (1t), o que não é adequado. Dados de estudos efetuados pela empresa de Projetos de

Engenharia SS Ltda PRODETEC (2015), entretanto, evidenciam que  $1\text{m}^3$  de entulho possui massa de 1.500 kg por  $\text{m}^3$  (1,5t). Como a Santa Clara processa  $50\text{m}^3$  /dia, ou  $1.000\text{m}^3$  a cada 20 dias de trabalho, em massa isso daria 1.500t/mês, ou seja, a empresa deve em melhor avaliação, processar 18.000t/ano. Note-se que nesse valor de processamento incluem procedências de entulhos de construção, como os das obras de Complexo de Angra e do estaleiro Brasfels, que são indubitavelmente muito significativos e expressivos nessa contabilidade.

Estudos realizados recentemente pela escola Politécnica da USP (BERNARDES, 2014) evidenciam que o país gera em torno de 100 milhões de toneladas de entulho de construção ao ano, que são aproximadamente 2/3 em massa dos resíduos sólidos urbanos. Isso significa que cada habitante produz o equivalente a 0,5t ao ano. Com base nesses dados, é gerado para o entulho em torno de 20.000t/ano em Paraty, isso usando uma projeção do crescimento da população até 2014 no município que é em torno de 40.000 habitantes.

Ainda, o Plano Municipal de Saneamento Básico de Paraty realizado pela UERJ (2011) estima que a produção diária de resíduos sólidos urbanos no município é de aproximadamente 28t. Já os resíduos dos serviços de saúde provenientes do distrito sede e dos núcleos urbanos isolados, produzidos por hospitais, clínicas, farmácias, etc., são pesados na coleta e

totalizam aproximadamente 14,4t/ano. Logo esses números são hoje muito maiores, já que esses dados são de 2011 e o município está em constante crescimento (evidenciado também por grandes números de comércio de materiais de construção, de supermercados e de um efervescente turismo e eventos na cidade como a FLIP- Festa Literária Internacional de Paraty).

Conforme uma declaração técnica da I&T (1996), o entulho típico que é o material pesado removido da obra, é constituída majoritariamente (~64%) pelas perdas de argamassa. O restante do material retirado no final das obras são restos componentes de vedação (tijolos, blocos e materiais de revestimentos, representando ~30%) e sendo aproximadamente 6% de outros materiais como concreto, pedra, areia, metálicos e plásticos. Tais dados são concordantes com o que explicita CAMARGO (1995) em suas análises, embora seja digno de nota que não existam ainda estatísticas de todo o país. Não obstante, é possível triturar mais de 90% do entulho (argamassas e componentes de vedação) com o intuito de ser reinserido no ciclo construtivo como agregado, na produção de componentes de construção e argamassas. Ademais é de grande relevância o processo de reciclagem, pois transformam os montes desordenados de material de construção, em pilhas de matéria-prima -são resíduos- que servem tanto para obras prediais como para obras públicas.

Cabe salientar que a deposição dos resíduos de construção na malha urbana, de forma descontrolada, acarreta uma série de custos diversos. Conforme PINTO (1994), além dos custos ambientais, há os custos referentes ao gerenciamento da deposição clandestina, e ao não aproveitamento desses dejetos que poderiam ser reciclados e utilizados em obras públicas. Dá-se início assim a um processo de transferência de custos: a irracionalidade da construção se transforma em custo social.

A reciclagem de entulho tem, como principal objetivo, transformar esses custos sociais em custos públicos ou privados, em que todos os agentes que intervêm no processo de geração dos resíduos de construção deverão ser atingidos. De fato, notamos em Paraty uma grande quantidade de entulho de construção lançado de forma inadequada no meio ambiente (Figura 4) ou em deposição inadequada sem o uso de caçambas e isso gera diversos custos. Ademais, o manejo dos resíduos é muito diferenciado nos municípios brasileiros. Segundo o engenheiro Souza Lima, especialista responsável do estudo da USP sobre entulhos da construção (BERNARDES, 2014): “Considerando o total de 5.564 municípios, 3.639 realizam pelo menos a coleta destes resíduos. No entanto, entre as cidades que fazem o manejo de RCDs, somente 79 possuem alguma forma de reaproveitamento”, ressalta. Portanto, o modelo de viabilidade efetuado pelo estudo da

Politécnica da USP mostra que a qualidade do resíduo tem considerável influência na viabilidade das empresas de reciclagem e que os fatores mais sensíveis ao modelo de viabilidade são, pela ordem, a saber: o valor cobrado pelo terreno, a taxa cobrada na entrada dos RCDs na planta de reciclagem, os custos de operação da planta e os impostos em vigor.



**Figura 4.** Disposição inadequada de entulho de construção civil em Paraty, bairro Caborê..

Cabe delinear que embora as técnicas de reciclagem dos resíduos minerais de construção e demolição tenham evoluído não se pode afirmar com absoluta convicção que a reciclagem tenha se tornado uma ideia amplamente difundida. Não obstante, a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2015) surgiu das necessidades das empresas recicladoras de entulho de mobilizar e sensibilizar governos e sociedade sobre a problemática do descarte irregular dos resíduos da construção e oferecer

soluções sustentáveis para a construção civil. Para a mesma, mais do que reciclar entulho é ter um norteamento para a possibilidade de trabalhar em consonâncias com as questões ambientais.

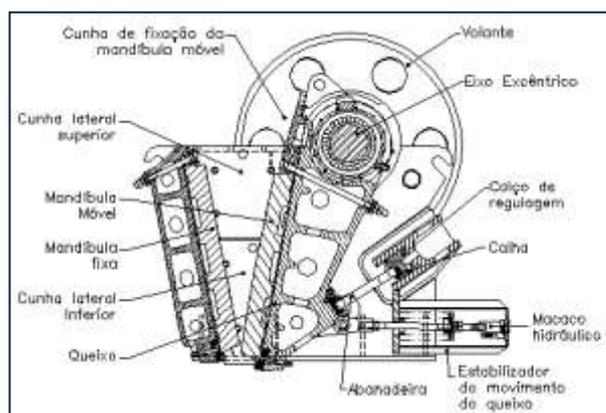
A ABRECON (2015) evidencia que o entulho se apresenta na forma sólida, com características físicas variáveis, que dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção (como a da areia e a da brita), como em formatos e dimensões irregulares: pedaços de madeira, argamassas, concretos, plástico, metais, etc. Ainda informa que praticamente todas as atividades desenvolvidas no setor da construção civil são geradoras de entulho. No processo construtivo, o alto índice de perdas do setor é a principal causa do entulho gerado. Embora nem toda perda se transforme efetivamente em resíduo, uma parte fica na própria obra e a quantidade de entulho gerado corresponde, em média, a 50% do material desperdiçado. Já nas obras de reformas a falta de uma cultura de reutilização e reciclagem são as principais causas do entulho gerado pelas demolições do processo. Nas obras de demolição propriamente ditas, a quantidade de resíduo gerado não depende dos processos empregados ou da qualidade do setor, pois se trata do produto do processo, e essa origem, sempre estará existente.

O entulho, conforme informação da ABRECON (20105) pode ser utilizado isolado

ou misturado ao solo, deve ser processado por equipamentos de britagem e trituração até alcançar a granulometria desejada, e pode apresentar contaminação prévia por solo – desde que em proporção não superior a 50% em peso.



O solo empregado na mistura com o entulho reciclado deve ser classificado de acordo com a Metodologia MCT, especificada pela Norma P01



da Prefeitura Municipal de São Paulo. Pesquisas tais como as relatadas em (BODI, 1997), avaliam os resultados de ensaios de dosagens da mistura entulho-solo e as variações da capacidade de suporte, da massa específica aparente máxima

seca, da umidade ótima e da expansão. O resíduo ou a mistura podem então ser utilizados como reforço de subleito, sub-base ou base de pavimentação, considerando-se as seguintes etapas: abertura e preparação da caixa (ou regularização mecânica da rua, para o uso como revestimento primário) corte e/ou escarificação e destorroamento do solo local (para misturas), umedecimento ou secagem da camada, homogeneização e compactação.

**A reciclagem de entulho feita pela empresa Santa Clara** – No processamento do resíduo de construção é utilizado um Britador de Mandíbula, que essencialmente funciona com um volante de eixo excêntrico movimentado por um motor, de forma que o resíduo passa por duas mandíbulas (uma fixa e uma móvel) que sofrem a ação de macaco hidráulico em pesadas peças de ferro que compõem o chamado queixo (Figura 5 e 6). Usando-se agora três peneiras diferentes no interior do equipamento britador, o processo separa o resíduo da construção civil triturado em quatro tipos de agregados de relevante interesse para a construção civil.

**Figura 5.** *Modo de funcionamento esquemático de um Britador de Mandíbula* (Fonte: <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/pex250-1200-stone-jaw-crusher-drawing-419227650.html> )

**Figura 6.** *Partes de um Britador de Mandíbula* (Fonte: <http://reducaosolidos.tripod.com/mandibulas.htm/>)

**Estimativa da Empresa:** Segundo o proprietário e o gerente administrativo da

empresa o equipamento é abastecido em média 13 vezes ao dia com caçambas de 4m<sup>3</sup>, e processa assim cerca de 50m<sup>3</sup> de entulho ao dia, ou seja, 75t/dia. Da cidade de Paraty, são quatro caminhões de recolhimento de entulho ao dia (16m<sup>3</sup> ou na melhor estimativa, 24t de entulho/dia) - próximo do que o estudo da UERJ avaliou em 2011 como sendo o resíduo urbano de Paraty (28t/dia). Notou-se, entretanto que muito entulho da cidade não é enviado para a empresa, pois são depositados de forma irregular ou enviados para outros destinos não legalizados, o que indica que Paraty atualmente deve estar produzindo bem mais do que 30t diárias de entulho. E evidentemente, isso se explica uma vez que a cidade está em expansão populacional bem como em expressivo desenvolvimento e crescimento urbano.

Podem-se fazer algumas estimativas a partir dos dados acima. Considerando-se as operações por 20 dias/mês da Sta. Clara, e um valor de 24t de entulho/dia, essa empresa ao que tudo indica processa e destina valores de entulho ao redor de 480t/mês, certamente com variações ao longo do ano. Considerando-se o estimado por UERJ (2011) de que o município como Paraty produz 28t, a cada 30 dias, tem-se para um ano todo a produção de 840t/mês (5.760t/ano), o que resulta em uma redução de aproximadamente 57% de entulho municipal feito apenas por essa empresa. Essa é certamente uma análise subestimada, mas que é possível. Os

valores diários de geração de entulho hoje em Paraty devem estar bem acima dos estimados em 2011. De qualquer forma, é certamente um feito notável, que deveria merecer reconhecimento do poder público. Ainda, deve-se salientar a importância do processamento do entulho do complexo Angra e do estaleiro Brasfels.

**Estimativa baseada no documento da POLI.** Outra avaliação possível é se utilizarmos os dados da Politécnica da USP (LIMA, 2014) em que cada cidadão gera 0,5t de entulho ao ano. Dessa forma, para a projeção da população de 40.000 habitantes em 2014 em Paraty, temos 20.000 t/ano gerados no município. Se a empresa Sta. Clara recolhe, processa e destina como foi estimado 5.760t/ano de material do município, encarrega-se de aproximadamente 29% do entulho local.

Enfim, podemos estimar com esses dois valores calculados, com o uso de uma média ponderada em que tem maior peso o valor de dados mais recentes da USP em detrimento dos da UERJ, menos recentes. Ambas podem ser referenciadas em mês, ano ou dia pela sua proporcionalidade não causando inconsistência na porcentagem avaliada. Logo, temos  $(0,57(\text{calculado anteriormente}) \times 1 + 0,29 \times 2) / 3 = 0,38$ , ou seja, aproximadamente 38% do entulho processado em Paraty para uma estimativa conservadora é processado pela empresa recicladora, que vamos referenciar como sendo ao ano.

Notemos que se o entulho fosse só de Paraty o cálculo seria de imediato utilizando os dados mais recentes da USP. Decerto, é que a empresa Santa Clara faz uma reciclagem expressiva do entulho de construção civil de Paraty; por aproximadamente seis anos (com o uso do britador de mandíbula e de forma automatizada), evidenciando a viabilidade da reciclagem de entulhos de toda a Costa Verde e na cidade de Paraty e com o uso tecnológico (a empresa já tem mais de uma década de existência). E isso vem agregando valor ao resíduo sólido e gerando 25 empregos diretos e outros indiretos aumentando a vida útil de aterros sanitários e contribuindo para redução de custos com logística e transporte de entulho no município e região.

Quanto ao retorno financeiro, por princípios éticos, esse estudo não fornecerá o valor cobrado (por m<sup>3</sup> de entulho reciclado) da empresa Santa Clara Transportes e Serviços Ltda., que disponibilizaram gentilmente tal informação. Assim se faz necessário; portanto, para preservar a empresa, outra referência e por isso esse trabalho vai utilizar inicialmente um valor concernente a 2014. A construção do estádio do Itaquerão, em São Paulo, cenário de abertura da Copa 2014, conforme artigo do Programa Inovação Tecnológica-Câmara Brasileira de Construção que cita a fonte 'Valor Econômico', consumiu milhares de toneladas de agregados reciclados. Estes substituem matérias-

primas virgens e custam menos da metade do preço em média. Assim em vez de desembolsarem R\$ 80 pelo metro cúbico de matéria-prima virgem, pagaram R\$ 36,00 pela reciclada e, de quebra, ganharam pontos com os acionistas por ter poupado a natureza. Logo, avaliando como sendo R\$ 36,00/m<sup>3</sup> de agregado reciclado o equipamento gerará  $(36 \times 50) = \text{R\$ } 1.800$  diários (referido a todo entulho da Costa Verde), que em 20 dias de produção em um mês, dará o montante de R\$ 36.000), e que em um ano pode gerar R\$ 432.000. Não obstante, esse valor é bem conservador e foi depreciado devido à relevância e projeção da obra da Copa de 2014 e pela grande quantidade de entulho comercializada, caindo em demasia o preço do resíduo. Podemos avaliar como sendo o dobro do preço em média o m<sup>3</sup> de entulho na região da Costa Verde, pelo seu mercado de oferta e demanda que determina os preços vigentes e pelos seguintes motivos, a saber: já que há valorização do produto pela expansão do mercado imobiliário e pela sua especulação já que Paraty é uma cidade turística, também uma valorização por ser a única empresa licenciada na região, por considerar nesse trabalho uma amostra de preços praticados na região de agregados diversos e por fim por estarmos em 2015 e o país estar em um processo inflacionário significativo. Logo, teremos um valor próximo de R\$ 864.000 (admitindo todo material comercializado) de retorno em um ano que é

gerado por resíduos reciclados, descartados de obras de construção em entulho (admitindo o valor do resíduo reciclado em Paraty devido ao seu mercado em R\$ 72 o m<sup>3</sup>  $(2 \times \text{R\$ } 36 = \text{R\$ } 72)$ ).

O restante dos cálculos é análogo aos efetuados fornecendo R\$ 864 mil reais no ano (em estimativa conservadora). Com efeito, na região devido as suas características de mercado e logístico, o preço do minério virgem praticamente se iguala ao do reciclado, sendo que em outras regiões o valor do reciclado é aproximadamente a metade do preço em relação ao minério virgem. Ainda é digno de nota, que não está contabilizado nesse valor o aluguel de caçambas e o valor cobrado para o transporte de entulho nessas caçambas que depende da distância do entulho. E é fato que o britador da empresa recicladora de Paraty já não comporta a demanda, sendo necessário aumentar o número de equipamentos ou a aquisição de um mais moderno e com maior capacidade de reciclagem. Notemos que isso evidencia que o negócio é de viável e procedente e isso há seis anos de experiência e sucesso com o uso do britador. Quanto ao equipamento britador de mandíbulas fixo, é um investimento alto dependendo do modelo, mas que podemos avaliar (pelos valores e retorno de investimento) que se pode ter o retorno do investimento (dependendo da capacidade e modelo do britador bem como da gestão administrativa da empresa e da

economia do país) em média por volta de 1 a 1,5 anos. Com efeito, reciclar o entulho é um grande negócio, a saber: para o empresário, para a sociedade, para os funcionários, para o município e ainda se preserva o meio ambiente. Isso evidencia que a reciclagem de entulho é viável em termos de sustentabilidade ambiental e economicamente.

Cabe salientar que o estudo da Politécnica da USP, que foi uma das referências para esse trabalho, avaliou três regiões distintas do país, para assim ter amostras de cidades heterogêneas. O trabalho foi realizado pelo engenheiro Francisco Mariano Souza Lima e teve a orientação do professor Arthur Pinto Chaves, do Departamento de Engenharia de Minas da Poli. A viabilidade da reciclagem por meio da mineração urbana foi verificada a partir de uma modelagem teórica baseada na análise do conteúdo e da destinação dos resíduos nas cidades de Macaé (Rio de Janeiro), Maceió (Alagoas) e São Paulo. Com esse trabalho da USP, verificou-se que a geração de entulho no Brasil é da ordem de 100 milhões de toneladas por ano (tons/ano). A estimativa baseia-se na geração por habitante de 0,5 tons/ano, que foi comprovada pela pesquisa na cidade de Macaé (RJ), que é relativamente próxima de Paraty (RJ) dentro da análise do contexto do território nacional (424,7 Km). A pesquisa fez a modelagem dinâmica no período de 20 anos para as três cidades abarcando todo o processo, desde

a geração até o descarte ou a reciclagem dos resíduos tendo em vista os diferentes conteúdos destes resíduos amostrados. “Os resultados mostram a heterogeneidade das cidades amostradas no tocante a qualidade dos RCD originários de distintos processos de urbanização”, relata Souza Lima. “*O modelo de custo-benefício mostra que os benefícios superam os custos na seguinte ordem nesse estudo: São Paulo, Macaé e Maceió.*” Com efeito, estudos explicitam que reciclar entulho é viável para maioria dos municípios no país, se aliada com uma boa gestão e com uma política econômica e ambiental.

Reciclar o entulho - independente do uso que a ele for dado – representa vantagens econômicas, sociais e ambientais, tais como: economia na aquisição de matéria-prima, devido à substituição de materiais convencionais; diminuição da poluição gerada pelo entulho e de suas consequências negativas como enchentes e assoreamento de rios e córregos, e preservação das reservas naturais de matéria-prima. A empresa Santa Clara Transportes e Serviços Ltda. é de grande relevância em reduzir o impacto desses resíduos sólidos ao meio ambiente na região, avaliada nesse trabalho com uma reciclagem de aproximadamente 38% do entulho do município de Paraty/RJ (usando a média ponderada para os dois dados da UERJ, 2011 e BERNARDES, 2014). Afinal, como frisado nesse trabalho, nada

gera mais resíduos sólidos e impacta o meio ambiente em toda a sociedade do que a construção civil. No atual contexto global, é primordial melhorar e otimizar os processos de construção civil. Entretanto, a reciclagem do entulho é uma solução para os materiais que são inevitavelmente perdidos, pois o mais adequado é a redução de entulho através de uma boa gestão no setor. Respeitando a agenda 21, ganha o empresário, os funcionários, a comunidade, o município e o Meio Ambiente, já que faz o entulho ter um valor agregado econômico, gerando empregos diretos e indiretos, aumentando a vida útil dos aterros sanitários, diminuindo os gastos logísticos com transportes e proporcionando desenvolvimento para o município e para a região. E tudo isso - de uma forma sustentável.

**AGRADECIMENTOS:** É imprescindível explicitar minha gratidão ao Prof.Dr. Carlos. F. S. Andrade pela orientação e por compartilhar o seu profícuo saber e por dar essa oportunidade de elaborar esse trabalho através do LEPAC e da UNICAMP. Também agradeço ao Sr.Velloso (engenheiro agrônomo e paisagista e proprietário da empresa ‘Flora Paraty’) pelos norteamentos, acompanhamento e idéias bem como ao Sr. Domingos (engenheiro eletricitista e empresário proprietário da ‘Folha do Litoral’) pelas sugestões, acompanhamentos e idéias muito construtivas. Esse trabalho não seria possível se não fosse o apoio e a gentileza do proprietário (Sr. Renildo) e do gerente administrativo (Sr. Danilo R. Calvo) da empresa Santa Clara Transportes e Serviços Ltda.; portanto, agradeço imensamente a ambos e a todos os funcionários da empresa. Preciso ser grato aos colegas do projeto LEPAC e ao motorista (Sr. Carlinhos)

que foram à Paraty e que muito me ensinaram, apoiaram e motivaram. Afinal todos me proporcionaram momentos agradáveis e construtivos. Por fim, agradeço à ONG – NÚCLEO, colaboradores do LEPAC que forneceram assessoria e apoio logístico para esse trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRECON, 2015. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição Disponível em: <http://abrecon.org.br/> Acessado em 17/02/2015.
- BERNARDES, J. 2014. Pesquisa da Poli aponta que reciclagem de entulho é um empreendimento viável- Portal da Universidade de São Paulo - USP. Disponível em: <http://www5.usp.br/39430/pesquisa-da-poli-aponta-que-reciclagem-de-entulho-e-um-empreendimento-viavel/> Acessado em 14/02/2015
- BODI, J., 1995. Experiência Brasileira com Entulho Reciclado na Pavimentação. In: RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, ALTERNATIVA ECONÔMICA PARA A PROTEÇÃO AMBIENTAL, 29, São Paulo, 1997. Anais. São Paulo: Núcleo de Desenvolvimento de Pesquisas POLI /UPE, 1997. p. 56-63.
- CAMARGO, A., 1995. Minas de Entulho. Técnica, no 15, Ed. Pini, São Paulo, mar/abr 1995.
- I&T , 1996- Informações e Técnicas em Construção Civil. Entrevista do engenheiro José Antônio Ribeiro de Lima. São Paulo, nov. 1996.
- LEPAC, 2015a. Laboratório de Extensão da Unicamp em Paraty, RJ.Disponível em: <http://www.preac.unicamp.br/lepac/> . Acesso em 16/02/2015
- LEPAC, 2015b. PROGRAMA CARBONO COMPENSADO – LEPAC. – PROGRAMA DA AGENDA 21 DE PARATY. Disponível em: [http://www.preac.unicamp.br/lepac/?page\\_id=8](http://www.preac.unicamp.br/lepac/?page_id=8) Acesso em 14/02/2015.

- LEVY, S, M. & HELENE, P.R.L., 1995. Reciclagem de entulhos na construção civil e a solução política e ecologicamente correta. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassa, 1º, Goiânia, Brasil. Agosto 1995 Anais. Goiânia, pp 315-325.
- MARINHO, G., 1991. Em Busca da Produtividade no Canteiro. Notícias Duradoor. Informativo Duratex, São Paulo, n. 27, ano VII., mar 1991.
- PICCHI, F. A., 1993, Desperdício impera na construção civil. O Estado de São Paulo, São Paulo, 1993.
- PINTO, T.P., 1994a. Reciclagem de Resíduos de Construção e Possibilidades de Uso de Resíduos Reciclados em Obras Públicas. In: SEMINÁRIO RECICLAGEM DE RESÍDUOS PARA REDUÇÃO DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL, jul. 1994, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte,
- PINTO, T.P., 1995a. Construction Wastes as Raw Materials for Low-Cost Construction Products. In: FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE OF CIB, TG 16, nov. 1994, Tampa. Anais. Michigan, 1994b.
- PINTO, T.P., 1995b. De Volta à Questão do Desperdício. Construção, São Paulo, Ed. Pini, no 2491, nov. 1995.
- PINTO, T.P., 1992. Entulho de Construção: Problema Urbano que Pode Gerar Soluções. Construção, São Paulo, Ed. Pini, no 2325, ago. 1992.
- PIT- Programa Inovação Tecnológica (Câmara Brasileira de Construção). Disponível em: <http://www.pit.org.br/noticia/entulho-reciclado-ganha-mercado-na-construcao>. Acesso em 18/02/2015
- PRODETEC, 2015. Disponível em: [http://www.prodetec.com.br/downloads/pesos\\_especificos.pdf](http://www.prodetec.com.br/downloads/pesos_especificos.pdf) Acesso em 19/02/2015.
- UERJ, 2011- Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Faculdade de Oceanografia. PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE PARATY ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fpmparaty.rj.gov.br%2Fpage%2Fdownload.aspx%3Farquivo%3D..%2Fconteudo%2Fservicos%2Fsaneamento-basico%2FPlano%2520Municipal%2520de%2520Saneamento%2520-%2520%25C3%2581gua%2520e%2520Esgotos.pdf&ei=CDrrVJ3VEsLGsQTENoHwAQ&usg=AFQjCNFtiKMcOg9TbvBh5K8vN36-NptGA&bvm=bv.86475890,d.cWc> Acesso em 12/02/2015.

	<p>-Areia Reciclada          -Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.          -Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.</p>
	<p>-Pedrisco Reciclado          -Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.          -Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.</p>
	<p>-Brita reciclada          -Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.          -Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.</p>
	<p>-Bica corrida          -Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).          -Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos</p>
	<p>-Rachão          -Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.          -Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.</p>