

INTERFERÊNCIAS DA LOCALIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DAS USINAS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Adriana Virgínia Santana Melo⁽¹⁾

Mestranda do Curso de Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe.

Endereço⁽¹⁾: Rua. Aristides Novis, nº 2- Bairro Federação – Salvador – Bahia - CEP: 40210-6300 - Brasil - Tel: +55 (71) 3487-5253 - e-mail: adriana.melo@ufba.br

RESUMO

A produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de Resíduo da Construção Civil (RCC) requer o ordenamento das atividades produtivas de modo a obter-se um produto mais sustentável com boa qualidade, previsibilidade de comportamento e empregabilidade na construção civil. Neste artigo analisam-se as usinas de reciclagem de RCC implantadas na região nordeste do Brasil, particularmente quanto a localização e área total das usinas em relação a sua capacidade produtiva. O objetivo é estabelecer as diretrizes técnicas que determinaram para localização, áreas totais das usinas, bem como avaliar a influência desta nas alterações da qualidade do agregado reciclado produzido. Foram feitas visitas as quatro usinas de reciclagem de RCC implantadas e em funcionamento durante o período de 16 a 29 de maio de 2010. O levantamento dos dados teve por base entrevistas para preenchimento de questionário, a observação visual do funcionamento das usinas, a construção do fluxo da produção do agregado reciclado e levantamento fotográfico. As usinas de reciclagem foram previamente identificadas como A, B, C e D a partir de sorteio aleatório. Os estados visitados foram Maranhão, Ceará, Paraíba e Pernambuco e as considerações feitas indicam que as áreas utilizadas para implantação das usinas são desfavoráveis a produção pela não previsão da expansão da produção, pela não separação da matéria prima por tipo de obra geradora, fato este, que contribui para a redução da qualidade do agregado reciclado produzido. Constatou-se que nas usinas implantadas não foram obedecidos parâmetros para determinação da área total de produção e as condições para escolha da localização variam a depender do agente financiador do empreendimento (público ou privado).

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo da construção civil, usina de reciclagem de construção e demolição.

INTRODUÇÃO

A produção de agregado reciclado a partir do Resíduo da Construção Civil (RCC) requer o ordenamento das atividades da indústria da construção civil. Os agregados naturais têm seu uso associado a execução dos serviços, ao desempenho e qualidade esperada deles como materiais de construção. Para o agregado reciclado deve-se esperar comportamento semelhante aos naturais, tornando possível ampliar o ciclo de vida do agregado natural.

Para alcançar melhores relações entre aplicabilidade dos agregados reciclados e menor variabilidade de composição muitos países têm investido em regulamentações, padronizações e legislação que disciplinam a gestão dos RCC para a produção do agregado reciclado. Essa produção depende da capacidade da usina em assegurar especificamente a ‘qualidade’ do produto, devendo ser essa a proposta a alcançar para o ponto de saída do beneficiamento (RILEM, 1994).

A ‘qualidade’ do agregado reciclado mantém relações externas e internas ao ambiente das usinas. Pelo meio externo é influenciado por procedimentos utilizados para construção e demolição, pela gestão do RCC, transporte entre outros. Inerentes as usinas é possível citar: lay-out de beneficiamento, tipos de equipamento, localização do empreendimento, área total disponível para implantação.

Neste artigo são analisadas algumas diretrizes técnicas para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de RCC da região nordeste do Brasil, extraídas da pesquisa de mestrado. As considerações

propostas estabelecem alternativas para produção de um agregado reciclado com maior empregabilidade na construção civil.

DESENVOLVIMENTO

O agregado reciclado que possui elevada variabilidade de constituintes reduzindo as condições de substituição aos agregados naturais na construção civil. A Norma nº 15. 114/2004/ABNT trata do projeto de implantação e operação das áreas de reciclagem dos RCC da classe A, definindo-as como sendo destinadas ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados. Neste trabalho é entendido como usina de reciclagem de RCC a área industrial destinada e devidamente equipada com máquinas, equipamentos e ferramentas, onde se processa a transformação de RCC, classe A, em dois produtos finais distintos e identificados como sendo o Agregado de Resíduo de Concreto (ARC) e o Agregado de Resíduo Misto (ARM).

Maiores chances de aproveitamento do agregado reciclado podem ocorrer pelo adequado planejamento das atividades geradoras de RCC. A exemplo da previsibilidade do aproveitamento do material de construção durante a fase de projeto do imóvel, a catalogação das propriedades dos materiais empregados na construção como documentação complementar aos projetos, bem como a existência de um memorial que descreva as etapas planejadas para desmonte da obra após o encerramento de suas funções, todos esses procedimentos auxiliam na identificação e separação do RCC quando indispensavelmente tiverem que ser gerados.

No presente, a melhoria das qualidades tecnológicas do agregado reciclado podem ocorrer pela identificação da classe de resistência dos concretos a reciclar, pela separação dos RCC de concretos estruturais, pela adequada segregação e identificação dos RCC da classe A, pelo manejo dos RCC nas usina.

Na Figura 1 apresentam-se correlações entre interferências da produção em usinas de reciclagem e as propriedades dos agregados reciclados, assim como as alterações que essas propriedades trazem ao comportamento dos concretos.

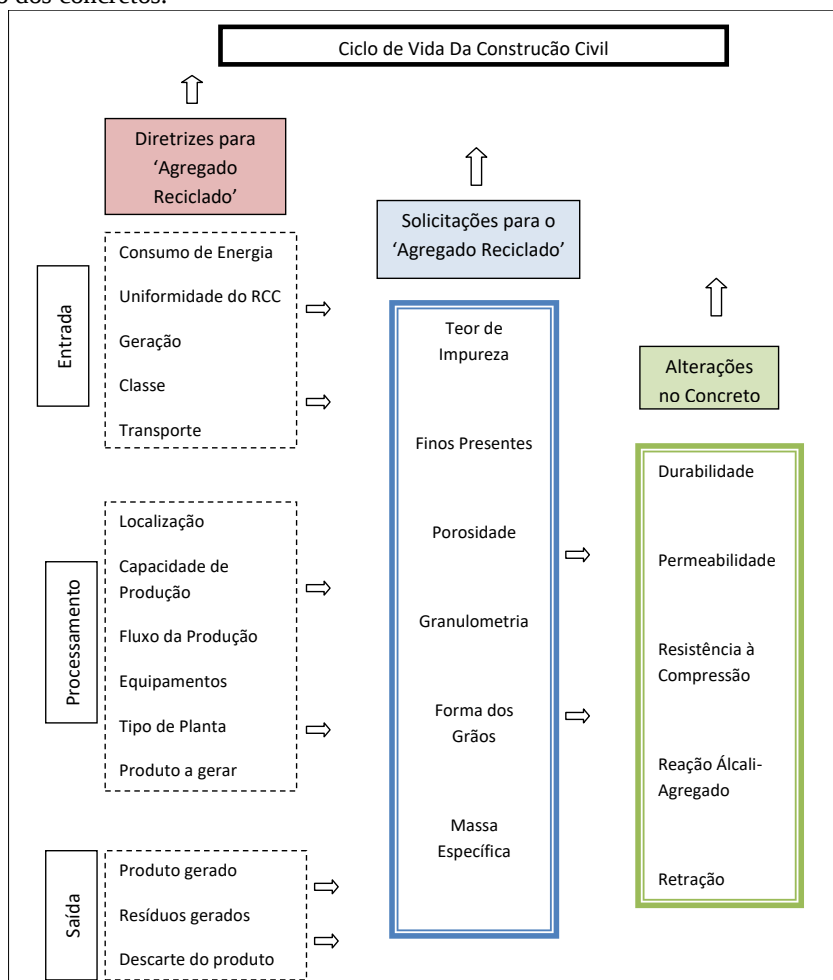


Figura 1. Interferências do Fluxo das Usinas de Reciclagem de RCC no Agregado Reciclado

Neste artigo serão analisadas a localização e áreas das usinas em relação a sua capacidade produtiva, seus reflexos na uniformidade do RCC enquanto matéria prima armazenada e as alterações de qualidade no agregado reciclado por contaminação advindas do processo de beneficiamento.

As diretrizes foram analisadas tendo-se como referencial as interferências nas propriedades do agregado reciclado produzido e as alterações provocadas em concretos de agregado reciclado. Esse ordenamento é justificado pela necessidade da produção de um agregado reciclado com melhores condições de aplicabilidade, aceitação e previsibilidade de comportamento quando associado a outros materiais de construção. Destacam-se as qualidades necessárias que deveriam ser atendidas pelo agregado reciclado de concreto compreendem a resistência, durabilidade, absorção de água, trabalhabilidade e um bom controle de qualidade para redução da variabilidade (RILEM, 1994).

METODOLOGIA

Foram feitas visitas as quatro usinas de reciclagem de RCC implantadas na região nordeste do Brasil durante o período de 16 a 29 de maio de 2010, destinando-se dois dias para cada unidade. No primeiro dia foi realizada entrevista para preenchimento de questionário que teve como referência a norma de implantação e operação das usinas. Dessa interação resultou a obtenção de informações que melhoraram a compreensão sobre as atividades diárias desenvolvidas em cada unidade. No segundo dia foi feita a observação visual do funcionamento das usinas e do fluxo da produção do agregado reciclado e levantamento fotográfico. As usinas de reciclagem foram previamente identificadas como A, B, C e D a partir de sorteio aleatório e os estados visitados neste período foram Maranhão, Ceará, Paraíba e Pernambuco.

RESULTADOS PRELIMINARES

Diversos fatores determinaram a escolha dos terrenos para implantação das usinas de reciclagem de RCC. Para a iniciativa privada se pode observar que o custo de aquisição do terreno e a disponibilidade para a compra foram condições prioritárias. A proximidade dos centros urbanos e suas áreas de expansão determinaram o terceiro fator. Os terrenos dos distritos industriais, que contam com infraestrutura, não foram cogitados em virtude dos preços elevados e do tamanho da área necessária a ser adquirida, combinação que inviabilizaria a aquisição.

Na iniciativa pública, o terreno para implantação foi escolhido dentre os pertencentes ao município, outro fator citado recaiu sobre a oportunidade de uso de áreas degradadas conforme legislação específica sobre RCC de um dos municípios. Os terrenos atualmente utilizados pelas usinas A e C compartilham da história de agressão ambiental sofrida pela extração mineral de areia e argila.

Na área de implantação da usina A, na depressão resultante da exploração desordenada de areia houve o afloramento do lençol freático, fato relatado como forte motivador para a disposição irregular de resíduos domésticos, primeiramente pela comunidade vizinha e posteriormente pela prefeitura com a destinação dos resíduos urbanos para o local. A usina C está implantada em local antes utilizado como apoio a práticas ilícitas e disposição de resíduos domésticos, gradativamente sofreu invasões que cessaram com a implantação da usina e a retomada da posse do terreno pelo município.

Os critérios citados mantêm coerência com as necessidades de implantação das usinas, entretanto percebe-se não ter havido uma relação de critérios que pudessem ser ordenados e se percebesse claramente as dificuldades a enfrentar pela impossibilidade de cumprimento de alguns deles, a exemplo da restrição para ampliação ou a utilização de terrenos em bairros residenciais, orientação dos ventos entre outros.

As usinas de reciclagem pesquisadas obtiveram concessão da licença prévia na fase de projeto e licença para instalação nos terrenos escolhidos. Na usina D foi relatada a existência de dificuldades para a obtenção da licença ambiental, sendo esse fato associado às interferências políticas da região. Por este motivo houve a

necessidade do deslocamento da usina para outro terreno, dessa vez nas proximidades de uma empresa licenciada e geradora de resíduos pulverulentos em escala visualmente maior até o momento.

As usinas mantêm cercas verdes para minimização do impacto ambiental, em três delas as cercas foram feitas com o plantio de eucalipto e observa-se que ainda não retêm o material pulverulento como desejado em virtude do formato arbustivo da planta e do volume da folhagem apresentada. A escolha do tipo de vegetação deu-se sem maiores reflexões e apoiada na sugestão do fabricante dos equipamentos, no fato da espécie ser utilizada em usinas da região sudeste e no rápido crescimento da planta.

Na usina B se avalia a substituição gradativa dos eucaliptos por arbustos e plantas frutíferas da região que possuam boa folhagem como é o caso dos fícus, cajueiros e mangueiras.

Na usina D a mata nativa está preservada na faixa lateral ao corpo d'água que atravessa o terreno. Percebeu-se que a poeira concentrava-se nas áreas de movimentação dos veículos e operação de redução do RCC. Nessa usina a presença de espaços sombreados pela vegetação nativa forma ilhas de conforto visual e térmico percebido durante o transitar da visita.

Com relação à localização apenas a usina D não teve problemas de aceitação popular, isto porque inicialmente foi implantada a grande distância de habitações residenciais. Atualmente mantém vizinhança com casas, apesar disto não possui notificação de descontentamento. A presença da mata nativa e o sentido dos ventos em relação às residências atuam como minimizadores do ruído e pó gerados no beneficiamento. Essa usina apresenta a maior produção diária dentre as usinas visitadas sendo corriqueira a extensão do turno de 08 para 10 horas diárias com intervalos de 02 horas para almoço.

Nas usinas B e C mantêm-se estratégias de convivência com a comunidade vizinha, o entorno é residencial com presença de atividade comercial. Realizam-se serviços de limpeza e terraplenagem em ruas congruentes as usinas, pavimentação com agregado reciclado, o limite de horário para recebimento do RCC e operação de beneficiamento é cumprido com rigor não excedendo às 18h.

A usina A tem em seu entorno a presença de residências, nesta unidade foi necessário o uso de força policial para realização dos serviços de isolamento da área que atualmente abriga a unidade de beneficiamento de RCC. Esta é a usina que mantém o maior número de vigias noturnos, num total de 04 pessoas, ainda assim sendo necessários, constantes reparos das cercas de isolamento da propriedade.

A escolha de áreas em bairros residenciais mesmo que em fase de expansão traz limitações que podem ser atendidas e moderadamente tornam as usinas parceiras em serviços que o estado não se mostra com mesma presteza. As usinas em áreas degradadas podem sofrer retaliação por serem empreendimentos que impedem o trabalho irregular e inseguro, mas propiciador de renda.

Com relação à hidrologia local dos terrenos utilizados para implantação das usinas constatou-se a presença de corpos d'água em três deles, não estão sujeitos a inundações, mas com lençol freático livre. As usinas C e D possuem córregos transversais aos limites do terreno. O córrego presente na usina C apresenta limites assoreados e contaminados por esgoto sanitário da região; na usina D o córrego é perene, está mantida a mata ciliar em boa parte da faixa lateral apesar do pontilhão que conduz a área de disposição de RCC a montante.

Na usina A existe uma lagoa que foi formada pelo afloramento do lençol freático após a extração de areia, isto em fase anterior a implantação. O terreno está em processo de remediação onde existe a drenagem do aquífero para duas lagoas de tratamento, realização de tratamento, estabilização e aeração do líquido e posterior bombeamento para canal de esgotamento sanitário que deságua em rio da região. A usina B é a única isenta de corpos d'água superficiais, bem como não foram observados presença a distância inferior a 200 metros.

Com relação às condições de acesso das usinas visitadas, a unidade D apresentou melhores condições através das vias adequadamente sinalizadas, pavimentação asfáltica em bom estado e possibilidade de acesso por mais de uma via. Todas as outras têm vias abertas sem pavimentação adequada ao tráfego de caminhões e sinalização vertical e horizontal precária ou inexistente. O caso mais crítico apresentou-se na usina B que

tem logradouro pertencente a dois municípios em virtude da conurbação, esse é o impedimento alegado para não realização dos serviços de melhoria na pavimentação e sinalização, uma vez que os municípios identificam o logradouro sempre pertencente ao território vizinho.

Atualmente os terrenos utilizados na implantação das usinas apresentam-se como desfavoráveis a produção pela não previsão de área para expansão da produção. A exceção da usina A, que tem produção semanal de 40 t, todas as outras se apresentam com área inferior a necessária para a execução dos serviços inerentes a produção do agregado reciclado.

A falta de espaço compromete a triagem que é feita em áreas de circulação dos veículos e equipamentos, provocando intervalos de espera durante a movimentação, reduzindo a eficiência da triagem manual que obedece ao ritmo de alimentação do britador, que varia entre 333 kg/min. a 1000 Kg/min. de RCC triado, nas usinas visitadas. O aspecto da segurança nas áreas das usinas também fica comprometido.

Nas usinas C e D foi possível observar o fluxo completo das atividades de produção desde recebimento da matéria prima (RCC) a expedição do agregado reciclado. Um indicador de sub dimensionamento é visto na armazenagem do RCC, em camadas verticais e sobrepostas como forma de ampliação das áreas de estocagem da matéria prima. Essa prática em longo prazo provoca condições inseguras pela altura das camadas empilhas sucessivamente, sem adequado controle da estabilidade dos taludes formados. Nas Figuras 2 e 3 as setas indicam os pontos de regularização do RCC, iniciando a formação de nova camada de disposição do RCC.



Figuras 2 e 3. Armazenagem de RCC – Usina D e Usina C respectivamente. Melo, 2010.

Na tabela 1 constata-se a ausência de parâmetro para a determinação das áreas totais em função da capacidade de produção destas unidades. Percebe-se a necessidade da reavaliação das áreas mínimas necessárias para estocagem de matéria prima, triagem e armazenagem do agregado reciclado, compatibilizadas com produção em virtude dos equipamentos disponíveis para operação da unidade. A restrição das áreas nas etapas citadas acima traz condição desfavorável a produção dos agregados reciclados pela redução da qualidade tecnológica, pela contaminação da matéria prima, pela triagem desfavorável.

Tabela 1. Parâmetros de Área e Produção das Usinas de Reciclagem de RCC do Nordeste do Brasil

Área Total da Implantação x Capacidade de Produção/h				
Usina	“A”	“B”	“C”	“D”
Área da Implantação	8.658 m ²	13.566 ¹ m ²	17.741 m ²	26.000 m ²
Dado Técnico Fabricante ²	5.600 m ²	11.500 m ²	5.600 m ²	9.500 m ²
Capacidade de Produção	20 t/h	60 t/h	20 t/h	50 t/h

Produção/ área	2,310 Kg/h/m²	4,423 Kg/h/m²	1,127 Kg/h/m²	1,923 Kg/h/m²
Produção/área	3,571 Kg/h/m²	5,217 Kg/h/m²	3,571 Kg/h/m²	5,263 Kg/h/m²

¹ Área atual de 23.566m², acrescida à original por terreno não congruente de 10.000m² utilizada para exclusivamente para armazenagem de agregado reciclado.

² Valores recomendados pelo fabricante do britador.

Como adequação das áreas aos volumes de RCC recebidos, soluções diferenciadas de funcionamento puderam ser constatadas nas duas usinas que possuem produção diária. Na usina D é freqüente o turno de 10 horas diárias de produção, adotou-se local diferenciado para armazenagem do RCC das empresas de coleta de entulho em caixas, isto porque os resíduos sempre estão contaminados por outros materiais e tornam o trabalho de triagem mais demorado. Essa estratégia permite continuidade e ordenamento da produção de um tipo de agregado reciclado destinado à pavimentação que atualmente é o produto mais comercializado pela usina.

Na usina C, a estratégia utilizada foi a separação das atividades em turnos de trabalho, durante as manhãs é realizado o britamento do RCC triado, no turno vespertino é feita a triagem e armazenagem em pilhas para o dia seguinte. Essa sistemática de funcionamento tem permitido melhores condições para triagem que não é feita sob o ritmo da alimentação do britador em funcionamento, melhorou a eficiência do britador durante as horas trabalhadas pelo fornecimento ininterrupto de matéria prima, reduziu o consumo de energia, otimizou a utilização da pá carregadeira. Este equipamento apresenta-se nas usinas como imprescindível as atividades operacionais, entretanto pelo alto custo de aquisição, todas as unidades possuem só uma unidade operando o que se mostra inadequado pela quantidade de serviços a executar como citados a seguir:

- Espalhamento para triagem.
- Transporte do RCC até o britador.
- Espalhamento das pilhas de agregado reciclado.
- Enchimento dos veículos que transportam o agregado reciclado.
- Serviço de nivelamento das camadas de RCC para formação das pilhas verticais de armazenagem do RCC.

As atividades citadas pressupõem movimentação dentro das usinas o que reduz as áreas disponíveis. A produção apresenta-se dependente da área implantada. Outra dependência identificada foi a dos equipamentos (pá carregadeira) que realizam a movimentação da matéria prima e do produto beneficiado.

Ainda na tabela 1 percebe-se que dados técnicos disponibilizados pelo fabricante do equipamento de redução do RCC orientam a aquisição de áreas totais significativamente menores que as utilizadas pelas unidades implantadas. As relações de produção em quilo por hora por metro quadrado deveriam ser 3 vezes maiores para a usina C, e 2,7 vezes maior para a usina D que estão em efetiva produção. Essa divergência da produção por metro quadrado em comparação com a necessidade de ampliação das áreas usinas suscita a existência de uma realidade diferente da projetada quando se trata da produção do agregado reciclado.

É indispensável estabelecer a relação entre áreas de implantação das usinas, número de máquinas para movimentação destinadas a operação da usina, áreas mínimas para tráfego de veículos em vias internas, abertas e sinalizadas de modo a promover condições seguras de trabalho. Na produção do agregado reciclado deve-se considerar a armazenagem da matéria prima (RCC) separada por obra de origem, sendo possível essa identificação a partir da observância a legislação e novas regulamentações para ordenamento dos projetos a executar de agora por diante.

Observa-se que as legislações municipais têm diretrizes disciplinadoras para os RCC gerados. As usinas de RCC são mecanismos utilizados para remediar o desperdício dos resíduos passíveis de reciclagem para reemprego na construção civil. É significativo que as diretrizes legais possam inibir a geração do RCC ao exclusivamente necessário.

Essa restrição permite o desenvolvimento de soluções projetivas favoráveis à durabilidade dos materiais, a aplicação de técnicas de restauração em detrimento das demolições e trará um benefício direto para as usinas

de RCC através da redução dos volumes de RCC enviados para beneficiamento, sendo possível destinar as usinas RCC que não são passíveis de beneficiamento em pequenas centrais de canteiro de obras. As unidades passarão a ter uma matéria prima de procedência identificada, essa inibição tornará mais seletiva à atividade construtiva ao tempo que amplia a possibilidade da utilização de equipamentos de beneficiamento de pequeno porte.

As legislações municipais são condescendentes com geradores informais. Estes são responsáveis pela disposição de 2 a 2,5m³, através da permissão para disposição de volumes fracionados não existindo limites para geração mensal, semestral ou anual. Na cidade do Salvador que implantou o sistema de Pontos de Descarga de Entulho (PDE) através do Decreto municipal nº 12 133/98 a disposição gratuita de RCC não está atrelado a mecanismo de identificação do gerador, data de início da obra ou motivo da geração do RCC, previsão para finalização da geração ou limite a dispor no PDE. Essa ausência de formalidade não condiz com princípios ambientais para uma construção mais sustentável enquanto não houver restrições a geração. A política de manutenção dos PDE teve descontinuidade o que se comprova pelo acréscimo de 33,57% dos postos clandestinos de entulho entre 1996 a 2007, a prefeitura transportou das ruas da cidade 1.656t/dia durante o ano de 2009, representando 37,56% dos resíduos públicos (SALVADOR, 2009).

A ausência de legislação específica sobre a gestão dos RCC foi apontada como dificuldade para a entrega de RCC na usina A. O processamento se dá às sextas-feiras, em duas horas de trabalho pela manhã. A produção semanal da unidade não ultrapassa 40 toneladas por não ter RCC.

Os municípios B, C e D possuem legislação específica sobre a manipulação de resíduos sólidos e RCC, apesar disso, duas usinas vivem realidades diferentes quanto ao fornecimento de matéria prima. Na usina B a matéria prima entregue é trazida por uma das três empresas de concessão do serviço de limpeza pública e a quantidade de RCC não permite o funcionamento diário. Na usina C a fiscalização municipal contribuiu fortemente para o esgotamento das áreas de armazenagem de RCC, particularmente desde os meses de março e abril deste ano, quando as empresas transportadoras de entulho foram orientadas a dispor o RCC na usina gratuitamente. Fato este que contribui para disposição de RCC contaminado pelas classes B, C e D, comprometendo a produção. A usina D em funcionamento desde 1997 recebe do gerador R\$ 3,00 (três reais) por m³ de RCC classe A, o valor passa para R\$ 6,00 (seis reais) para os RCC das empresas transportadoras de entulho “disk entulho” isto pelo custo mais elevado para triagem.

As usinas visitadas têm em comum um período de conquista para acesso a matéria prima, essa sensibilização pode levar até 2 anos como é o caso da usina C que teve sua história alterada em virtude da fiscalização. Outro ponto em comum está na entrega de RCC de outras classes que é feito pelas empresas transportadoras de entulho, prática que requer mão de obra e tempo para triagem. A solução encontrada até o momento pelas usinas é reservar uma área de disposição exclusiva para esses transportadores. Um dos motivos dessa irregularidade pode estar no fato de que a disposição de RCC classe B, C e D em aterros sanitários tem custo mais elevado do que os cobrados por algumas usinas. Apesar disto é consenso entre os responsáveis pelas usinas de que a proibição de recebimento nas unidades implicará em disposições irregulares, degradando mais o meio ambiente. A necessidade de destinar melhor os RCC e a prática exercida pelos transportadores conforme Figuras 3 e 4 podem indicar que a simbiose industrial auxiliará significativamente as usinas de reciclagem de RCC, na atração de matéria prima para si e para empreendimentos que tenham possam beneficiar os RCC das classe B, C e D.



Figuras 4. RCC entregue na Usina C



Figura 5. RCC entregue na Usina D

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É plausível afirmar que as usinas implantadas na região nordeste do Brasil não obedeceram a parâmetros para determinação da área total de produção. Diretrizes técnicas para dimensionamento das usinas podem ser relacionados a capacidade de produção do britador, mas há de considera-se que:

- As áreas destinadas ao tráfego de veículos e movimentação dos equipamentos devem ser dimensionadas em função dos veículos e equipamentos e acrescidas a área necessária a produção. A não observância dessa condição impede as possibilidades da produção de um agregado reciclado uniforme, com baixos teores de impureza.
- As áreas destinadas a armazenagem do RCC devem obedecer a critérios de separação por finalidade das obras geradoras a exemplo: obras de terra e pavimentação, construção e demolição, concretos estruturais. Essa é uma medida simples, que requer rigor operacional, mas pressupõe o planejamento das atividades e fluxos da usina antes da aquisição da área, de modo a destinar separadamente cada espaço por RCC recebido.
- As áreas destinadas à triagem devem estar congruentes as áreas de armazenagem das matérias primas, existindo necessidade de áreas de triagem ordenadas por obra geradora. Essa separação garante a redução das condições de contaminação do RCC dentro das usinas, melhorando as propriedades do agregado reciclado.
- Estudar o lay out da produção, inclusive relevo do terreno de modo a beneficiar a armazenagem do agregado reciclado reduzindo a movimentação de matéria prima e da produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, Associação Brasileira de Norma Técnica. NBR nº 15.114: Resíduos sólidos da construção civil - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Norma Brasileira. p. 7, Rio de Janeiro, jul. 2004.
- FORTALEZA. Lei nº 8 408 de 24 de dezembro se 1999. Estabelece normas de responsabilidade sobre a manipulação de resíduos produzidos em grande quantidade, ou de natureza específica. Diário Oficial do Município, Fortaleza, 28 de dez. 1999.
- JOÃO PESSOA. Lei nº 11 176 de 10 de outubro de 2007. Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e demolição e plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição.
- _____. Plano integrado de gerenciamento dos resíduos da construção e demolição do município de João Pessoa, João Pessoa, Ago. 2007.

5. MELO, Adriana. Diretrizes técnicas para a produção em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil. Projeto de dissertação, Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia, Salvador, Mar. 2010.
6. RILEM. Demolition and reuse of concrete masonry. Proceedings of the Third International RILEM Symposium, p. 93-104, 1994.
7. SÃO LUÍS. Lei 4 653 de 12 de agosto de 2006. Cria o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil no município de São Luís. Ago. 2006
8. SALVADOR, Empresa de Limpeza Urbana do (LIMPURB). Resíduos da construção e demolição: Infraestrutura urbana e os desafios em Salvador. Relatório técnico, p. 5, Salvador, Fev. 2010.
9. _____. Decreto nº 12 133, de 8 de outubro de 1998. Dispõe sobre o resíduo das obras de construção civil. Diário Oficial do Município, Salvador, 9 de out. 1998.
10. VAZQUEZ, Enric. Aplicación de nuevos materiales reciclados en la construcción civil. IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil - Materiais Reciclados e suas Aplicações. ed. IBRACON, p.11, São Paulo, Jun. 2001.
11. VÁZQUEZ, E. et al. Draft of Spanish regulations for the use of recycled aggregate in the production of structural concrete. International RILEM Conference on the Use of Recycled Materials in Buildings and Structures, vol. 2, p. 511-525, Barcelona, Nov. 2004.