
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM UMA INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE CONCRETO

RESIDUES MANAGEMENT IN A CONCRETE ARTEFACTS INDUSTRY

Cláudia Telles Benatti¹

Wilson Catosso Maia Filho²

Rafael Lucas Yutani³

Resumo: A competitividade cada vez maior do setor da construção civil tem levado a busca pelo aumento da produtividade e qualidade das obras. Neste contexto, a utilização de alvenaria estrutural e de vedação com blocos de concreto vem se fortalecendo, principalmente na construção de edificações residenciais, impulsionando a produção de pequenas indústrias. Na produção destes artefatos ocorre uma geração de resíduos que precisam ser gerenciados adequadamente a fim de reduzir os impactos da poluição, degradação ambiental e possíveis danos à saúde humana, bem como atendimento a legislação vigente. O objetivo deste trabalho é realizar um diagnóstico qualitativo e quantitativo da produção de resíduos em uma indústria de pequeno porte de artefatos de concreto. Contabilizou-se a produção diária e mensal da indústria, os materiais utilizados e os resíduos gerados. Os resíduos foram caracterizados conforme a norma NBR 10004/2004 da ABNT para fins de classificação. A análise dos resultados obtidos indica que não havia um gerenciamento adequado de resíduos no local, sendo os mesmos dispostos de forma irregular no solo. Por fim, foram indicadas ações para a adoção de práticas adequadas de manejo dos resíduos, visando a sustentabilidade do processo e o atendimento a legislação em vigor.

Palavras-chaves: Indústria da construção. Artefatos de concreto. Gerenciamento de resíduos.

Abstract: *The increasing competitiveness of the construction sector has led to the search for increased productivity and quality of the works. In this context, the use of structural masonry and masonry walls made of concrete blocks has been strengthened, mainly in the construction of residential buildings, boosting the production of small industries. In the production of these artifacts occurs a generation of waste that needs to be managed properly in order to reduce the impacts of pollution, environmental degradation and possible damages to human health, as well as compliance with the current legislation. The objective of this work is to perform a qualitative and quantitative diagnosis of waste production in a small cement industry. The daily and monthly production of the industry, the used materials and the generated waste were obtained. The residues were characterized according to the NBR 10004/2004 of ABNT for classification purposes. The analysis of the obtained results indicates that there was an inadequate management of residues in the place, and they were disposed of inappropriately in land. Finally, actions were indicated in order to adopt adequate waste management practices, aiming at the sustainability of the process and compliance with current legislation.*

Keywords: *Construction industry. Concrete products. Residues management.*

¹Universidade Estadual de Maringá – Brasil, e-mail: ctbenatti@uem.br

²Centro Universitário Ingá – UNINGÁ – Brasil, e-mail: wilsonmaia.engcivil@gmail.com

³Centro Universitário Ingá – UNINGÁ – Brasil, e-mail: rafaellucasyutani@gmail.com

1 Introdução

A construção civil agrega um conjunto de atividades que impacta diretamente a infraestrutura física e econômica do país, com reflexos na qualidade de vida da população. Além disso, apresenta forte relacionamento com outros setores industriais, uma vez que seus processos produtivos necessitam de diversos insumos, bem como de uma parcela significativa da mão de obra, na sua maioria, com menor qualificação (BRESSIANI; ROMAN, 2017; CAIADO et al., 2016). O setor, no entanto, está sujeito aos ciclos de expansão e de retração econômica do país (MIOTO; CASTRO; SÍGOLO, 2019), por vezes caracterizados por forte crescimento aliado a alta competitividade e formalização da mão de obra, outras por períodos de forte declínio de investimentos do setor produtivo estatal bem como dos investimentos privados. Neste contexto, a busca pelo aumento da produtividade e qualidade das obras, torna-se primordial para superar as barreiras limitantes do crescimento do setor.

A utilização de elementos pré-fabricados de concreto, tais como blocos de concreto para alvenaria estrutural e de vedação e para pavimentos intertravados, vem se fortalecendo, principalmente na construção de edificações residenciais. A crescente demanda por estes produtos vem incentivando a produção de pequenas indústrias. Na produção destes elementos ocorre a geração de resíduos, principalmente resíduos de concreto (RC) que, segundo Buttler (2007), são provenientes de elementos rejeitados pelo controle de qualidade, peças de final de linha de produção e sobras de concreto fresco ao final do processo. Esses resíduos devem ser gerenciados adequadamente a fim de reduzir os impactos de poluição, a degradação ambiental e possíveis danos à saúde humana (TIRUTA-BARNA; BARNA, 2012; XUAN; SUN; ZHENG, 2018), além de apresentarem grande potencial para reciclagem, podendo contribuir para a sustentabilidade da indústria da construção (MATIAS et al., 2013).

A promoção do gerenciamento ambiental e a missão de desenvolvimento sustentável têm exercido pressões na adoção de métodos adequados para a proteção do ambiente na indústria, incluindo a indústria da construção (TAM, 2009). Somado a isso, leis e resoluções estão em vigor para disciplinar a prática de um manejo sustentável dos resíduos, não eximindo nenhum agente gerador da obrigatoriedade da disposição adequada do resíduo e das responsabilidades pelos impactos ambientais durante o ciclo de vida do produto (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013). A principal legislação referente aos resíduos sólidos no Brasil é a Lei Federal nº 12305 (BRASIL, 2010), de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), sendo regulamentada pelo Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010, que estabelece normas para execução da PNRS.

A NBR 10004 (ABNT, 2004a) classifica os resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. A NBR 10005 (ABNT, 2004b) fixa os requisitos exigíveis para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados pela NBR 10004 como classe I (perigosos) e classe II (não-perigosos). A NBR 10006 (ABNT, 2004c) fixa os requisitos exigíveis para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados na NBR 10004 (ABNT, 2004a) como classe II – A (não-inertes) e classe II – B (inertes). Por sua vez, a ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004d) fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos.

Os resíduos de concreto quando provenientes de obras de construção civil, são classificados de acordo com a Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil no país (BRASIL, 2002). Essa norma ainda estabelece responsabilidades e deveres a serem seguidos pelos geradores quanto ao gerenciamento destes resíduos, sendo esta já alterada pelas resoluções CONAMA nº 348/2004 (BRASIL, 2004), que incluiu o amianto na

classe de resíduos perigosos, CONAMA n° 431/2011 (BRASIL, 2011), que estabeleceu nova classificação para o gesso, CONAMA n° 448/2012 (BRASIL, 2012), que alterou diversos artigos desta, adequando-a ao disposto na Lei 12305/2010 (BRASIL, 2010) e CONAMA n° 469/2015 (BRASIL, 2015), que incluiu embalagens vazias de tintas imobiliárias na classe B (recicláveis).

A fração de concreto existente nos resíduos no Brasil pode representar 7 a 21% dos resíduos da construção civil (RCC) (JADOVSKI, 2005). Buttler (2007) afirma que em fábricas de pré-moldados de pequeno porte a fração destes resíduos representam 2% do total produzido. Esse índice aponta para a necessidade da avaliação do potencial de utilização desse resíduo na prática da reciclagem. Além disso, segundo Heineck (2012), os resíduos de concreto quando provenientes das fábricas de elementos pré-moldados apresentam um maior potencial de utilização, seja no próprio processo construtivo ou como agregado reciclado, devido ao conhecimento de suas propriedades básicas e ao menor grau de contaminação por outros materiais, quando comparados aos resíduos da construção civil (RCC).

O mundo atual enfrenta sérios desafios ambientais devido ao crescente consumo e poluição, assim como ao aumento da geração de resíduos sólidos. Além disso, a diminuição dos recursos naturais e o efeito nocivo de emissões de CO₂ aumentam a pressão ambiental para a adoção de técnicas ambientalmente amigáveis para o reuso/reciclagem de resíduos (OULDKHAOUA et al., 2020). Desta forma, uma correta classificação relacionada aos seus potenciais riscos ambientais e levantamento da quantidade gerada desses resíduos é parte fundamental para um apropriado gerenciamento dos mesmos. Neste contexto, este trabalho tem o objetivo de realizar um diagnóstico quantitativo da produção de resíduos em uma indústria de pequeno porte de artefatos de concreto da região de Maringá, e classificá-los segundo a legislação vigente. Contabilizou-se a produção diária e mensal da indústria, os materiais utilizados e os resíduos gerados. Os resíduos gerados foram caracterizados conforme a norma NBR 10004/2004 da ABNT (ABNT, 2004a) para fins de classificação dos materiais. Por fim, foram indicadas ações para a adoção de prática adequadas de manejo dos resíduos, de forma a contribuir para a redução dos impactos ambientais e o atendimento à legislação em vigor.

2 Materiais e Métodos

O estudo foi desenvolvido em uma fábrica de artefatos de concreto de pequeno porte da região de Maringá – PR, que produz blocos estruturais, blocos de vedação e paver.

Inicialmente, foi realizado um levantamento de dados com a aplicação de um questionário, contendo os dados gerais da empresa, como produtos, número de funcionários, jornada de trabalho e matérias-primas; dados sobre os resíduos e quantidades geradas; dados sobre o gerenciamento realizado dos resíduos, como acondicionamento, reaproveitamento/reciclagem, destinação.

A partir das informações obtidas no levantamento preliminar de dados, foi realizada a definição da metodologia a ser adotada, focando-se neste trabalho na fabricação de blocos estruturais. Portanto, foi realizado o acompanhamento *in-loco* da produção do bloco estrutural, levantamento dos insumos utilizados no processo produtivo e identificação das etapas responsáveis pela geração de resíduos. Após o levantamento e quantificação de todos os insumos necessários à produção do bloco estrutural, foi possível quantificar o resíduo gerado no processo.

Os resíduos gerados ao longo de um mês de produção dos blocos de concreto foram quantificados no local de estudo por meio de medição volumétrica em caixa padrão de volume conhecido (0,035m³), e acumulados em uma pilha no pátio da empresa. Da pilha de resíduo foram coletadas amostras de três seções (do topo, do meio e da base), de forma a se obter uma

amostra composta, seguindo a metodologia da NBR 10007 (ABNT, 2004d). A amostra composta foi submetida a um processo de homogeneização e quarteamento para a obtenção de uma amostra representativa. A classificação da amostra em relação a inflamabilidade, corrosividade e reatividade foi realizada de acordo com a norma NBR 10004 (ABNT, 2004a). A amostra foi preparada para os ensaios de lixiviação e solubilização por meio do fracionamento até um tamanho de grão passante na peneira de malha 9,5 mm. Os ensaios de lixiviação e solubilização foram realizados em laboratório local certificado, que presta serviços de análises ambientais, em consonância com as normas NBR 10005 (ABNT, 2004b) e NBR 10006 (ABNT, 2004c), respectivamente.

Os parâmetros analíticos utilizados na análise da toxicidade e da solubilidade foram determinados segundo os anexos F e G da norma NBR 10004 (ABNT, 2004a), respectivamente. A análise de todos os parâmetros químicos dos extratos dos resíduos lixiviados e solubilizados seguiu a metodologia descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2005).

A partir dos resultados obtidos o resíduo foi classificado, considerando os limites máximos para cada parâmetro analisado impostos pela norma NBR 10004 (ABNT, 2004a).

Por fim, com base no levantamento de dados da geração de resíduos e caracterizações realizadas, foram propostas ações para adequação da empresa à Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), com a indicação de ações voltadas à práticas adequadas de manejo dos resíduos na empresa.

3 Resultados e discussões

Em posse dos resultados obtidos no levantamento preliminar de dados, foi estabelecido que os blocos estruturais seriam o foco deste trabalho, uma vez que o paver gerava quantidades insignificantes de resíduos em sua produção e a produção do bloco de vedação gerava praticamente a mesma quantidade de resíduos que o bloco estrutural.

A indústria em estudo produz bloco estrutural M-15, conforme a NBR 6136 (ABNT, 2016), com dimensões de 14 cm de largura, 19 cm de altura e 39 cm de comprimento. Os materiais utilizados em sua produção incluem cimento CPV ARI, areia média, pedrisco, pó de pedra, água, e aditivo plastificante e impermeabilizante Press Mix. Os materiais utilizados na fabricação dos blocos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Materiais utilizados na produção do bloco estrutural M-15

Material	Horária	Mensal
Cimento CPV ARI	15 sacos	1.980 sacos
Areia Média	1,1 m ³	145,2 m ³
Pó de pedra	1,1 m ³	145,2 m ³
Pedrisco	1,1 m ³	145,2 m ³
Aditivo	15 gramas	2 Kg
Água	Conforme umidade	Conforme umidade

Todos os materiais eram adicionados a uma máquina misturadora e, após a mistura, os materiais eram levados por uma esteira até a máquina de vibro-prensa. Após saírem da prensa, em pranchas de madeira com 04 unidades cada, os blocos eram colocados em estantes de metal para secagem, a qual era realizada em estufas no pátio da empresa. O procedimento da produção de 4 unidades levava em média 41 segundos, cada estante possuía espaço para 16 formas, totalizando 64 blocos em cada estante. O processo de fabricação do Bloco Estrutural M-15, portando, resultava em uma produção horária de 350 unidades e o equivalente a uma produção

mensal de 46.200 unidades. No dia seguinte à produção, os blocos passavam pelo processo de paletização, onde eram retirados das estantes e colocados em paletes de madeira e acondicionados para a comercialização. No acondicionamento, os blocos eram envolvidos com papel filme, etiquetados e levados pela empilhadeira até o pátio da empresa.

A produção dos blocos envolvia a participação de 07 funcionários da empresa, sendo: 01 operador máquina prensa/vibra; 01 operador do misturador (controla a dosagem dos agregados e cimento); 01 operador pinça, com a função de tirar blocos da esteira e coloca-los na estante; 01 operador de empilhadeira; e 03 responsáveis por levar agregados ao misturador (areia, pó de pedra e pedrisco). Os mesmos funcionários eram deslocados para a etapa de paletização dos blocos, reservando duas horas do período da manhã para este processo e seis horas para a produção.

Com relação aos resíduos gerados, pôde-se evidenciar a geração de resíduos no momento da saída dos blocos da vibro-prensa, com ocorrência de desmoronamento imediato e presença de falhas na configuração geométrica das peças. No entanto, sendo constatadas essas falhas, o material já era inserido novamente no misturador. A geração de resíduos ocorria no processo de paletização manual dos blocos, devido à quebra de blocos e, principalmente, a uma sobra de material da produção que ficava aderido aos blocos (Figuras 1A) e que, no momento da retirada destes das estantes, eram lançados diretamente no chão (Figuras 1B e 1C).

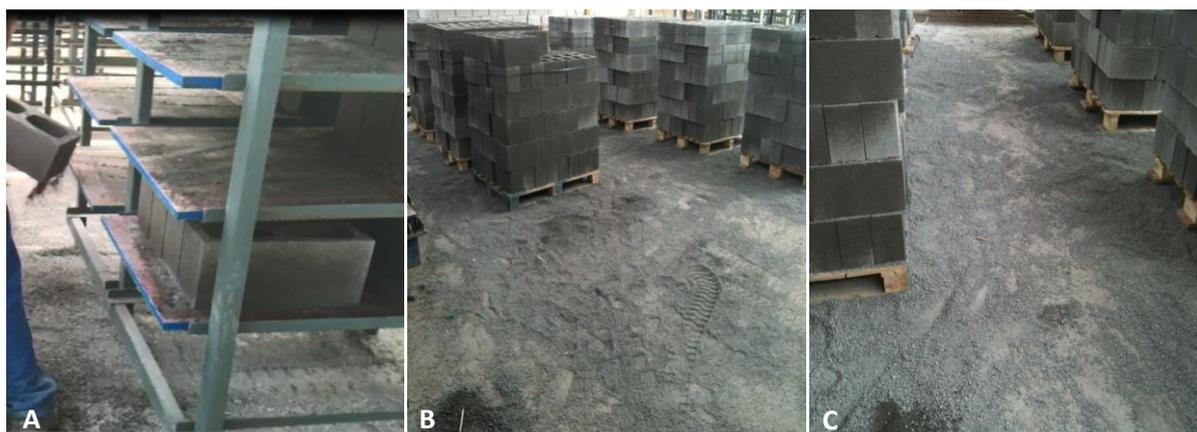


Figura 1. Resíduos provenientes do processo de paletização dos blocos. **A.** resíduos aderidos aos blocos e nas estantes de secagem; **B.** resíduos espalhados no chão ao redor dos pallets; **C.** vista da área de armazenamento de pallets com resíduos espalhados no chão

Não foi observada a geração de resíduos no acondicionamento dos blocos com papel filme. Ao final do processo, os resíduos gerados eram varridos, dispostos em um local no próprio pátio da empresa (Figuras 2A e 2B) ou mesmo espalhados no pátio para regularização do piso (Figura 3).



Figura 2. Resíduos dispostos no pátio. **A.** resíduos acumulados no chão; **B.** resíduos dispostos atrás de área de armazenamento de estrado de pallets



Figura 3. Resíduos espalhados no pátio da empresa

Um levantamento dos resíduos gerados na produção do Bloco Estrutural M-15 indicou uma geração diária média de 0,08 m³ e uma produção mensal média de 1,76 m³ de resíduos de concreto. Um balanço de massa dos materiais utilizados na produção e dos resíduos gerados no processo está apresentado na Tabela 2, indicando uma perda percentual de 0,34 na produção.

Tabela 2 - Balanço de massa na produção

Descrição	Mensal
Quantidade de material utilizado na produção em m ³	515
Resíduos gerados em m ³	1,76
Perdas em %	0,34

Em se tratando de resíduos da construção civil (RCC), de acordo com a Resolução 307 da CONAMA (BRASIL, 2002), os resíduos gerados se enquadrariam na Classe A, item c, que são os de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras. Esta resolução cita ainda, em seu artigo 4º, que “Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.” Ainda, define-se como

aterro de resíduos classe A como “a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo...”

Esta forma de classificação, no entanto, induz à interpretação de que esse resíduo é classificado como um resíduo Classe II – B: não perigoso e inerte. Essa é a base do gerenciamento do resíduo observado na empresa, a qual considera o resíduo do processo de fabricação como cascalho, espalhando-o no pátio da empresa para fins de regularização. No entanto, para fazer tal afirmação é prioritária a realização de ensaios de lixiviação e solubilização do resíduo de forma a se prever a liberação de substâncias potencialmente impactantes ao ambiente. Segundo Kulakowski et al. (2014), os materiais de construção civil ditos convencionais, produzidos com matérias-primas oriundas de recursos naturais, raramente são caracterizados sob esse aspecto. Portanto, é prioritário a classificação dos resíduos gerados quanto aos riscos potenciais de contaminação do ambiente, classificando-o de acordo com a NBR 10004/2004 da ABNT.

Sendo assim, amostras dos resíduos dispostos no pátio da empresa foram coletadas para a realização da caracterização e de ensaios de lixiviação e solubilização em um laboratório especializado da cidade de Maringá.

O Quadro 1 apresenta os resultados do ensaio de caracterização e periculosidade, a Tabela 3 demonstra os resultados obtidos a partir do ensaio de Lixiviação, e a Tabela 4 apresenta os resultados a partir do ensaio de solubilização.

Quadro 1 – Resultados dos ensaios de caracterização e periculosidade

Parâmetro	Resultado	Conclusão
Inflamabilidade	N.D.	-Não produz fogo em condições normais de T (25 °C) e P (1 atm); -Não produz fogo sobre fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas; -Quando inflamada a amostra queima vigorosamente.
Corrosividade	N.D.	-Não corrosivo. Resíduo apresenta pH bruto 12,09.
Reatividade	N.D.	-Não reage de forma violenta com a água e nem forma misturas potencialmente explosiva; -Não possui em sua constituição íons cianetos e sulfetos que ultrapassem as concentrações estabelecidas pela NBR 10004/04.

N.D., não detectável.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de lixiviação (concentrações expressas em mg L⁻¹)

Parâmetro	Resultado	V.R. NBR 10004	Limite de detecção
pH	7,36	---	---
Arsênio (mg L ⁻¹)	< 0,10	1,0	0,1
Bário	0,006	70,0	0,01
Cádmio	0,017	0,5	0,01
Chumbo	0,433	1,0	0,01
Cromo total	0,210	5,0	0,01
Fluoretos	1,74	150,0	0,01
Mercúrio	< 0,01	0,1	0,01
Prata	0,037	5,0	0,01
Selênio	< 0,05	1,0	0,05

V.R., valores de referência conforme Anexo F da norma NBR 10004/2004 da ABNT

Tabela 4 – Resultados do ensaio de solubilização (concentrações expressas em mg L⁻¹)

Parâmetro	Resultado	V.R. NBR 10004	Limite de detecção	Parâmetro	Resultado	V.R. NBR 10004	Limite de detecção
pH solubilizado	12,44	---	---	Fluoretos	1,25	1,5	0,1
Cloretos	24,46	250,0	1,0	Manganês	<0,10	0,1	0,1
Ferro	0,30	0,3	0,01	Mercúrio	<0,001	0,001	0,001
Alumínio	0,04	0,2	0,001	Nitrato	14,20	10,0	0,1
Arsênio	<0,01	0,01	0,01	Prata	<0,01	0,05	0,01
Bário	0,007	0,7	0,01	Sódio	16,80	200,0	1,0
Cádmio	0,006	0,005	0,005	Sulfato	6,90	250,0	1,0
Chumbo	0,28	0,01	0,01	Surfactantes	<0,20	0,5	0,05
Cianeto	0,08	0,07	0,001	Zinco	0,27	5,0	0,01
Cobre	0,03	2,0	0,01	Fenóis	<0,01	0,01	0,001
Cromo	0,06	0,05	0,01	Selênio	<0,01	0,01	0,01

V.R., valores de referência conforme Anexo G da norma NBR 10004/2004 da ABNT

Com base nos ensaios de periculosidade a amostra analisada não é perigosa. Com base no ensaio de Lixiviação a amostra analisada é não tóxica, sendo classificada como resíduo Classe II, uma vez que as concentrações dos elementos analisados se encontram abaixo dos limites máximos impostos no anexo F da norma NBR 10004 (ABNT, 2004a). No entanto, a amostra analisada é considerada um resíduo não inerte uma vez que, de acordo com os ensaios de solubilização, as concentrações dos parâmetros Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cromo e Nitrato ultrapassam os limites máximos permitidos constantes no anexo G da norma NBR 10004 (ABNT, 2004a). Com base nos resultados apresentados, o resíduo gerado é classificado com o Classe II – A, não perigosos e não inertes, sendo vedada a sua disposição diretamente no solo.

A ocorrência de metais no resíduo de concreto é devida a constituição dos agregados naturais e produtos residuais adicionados na produção do concreto (como cinzas e escória) (AYDILEK, 2015; MÜLLAUER; BEDDOE; HEINZ, 2015). A princípio, metais traço são lixiviados na água adjacente à superfície do concreto por dissolução das fases da superfície e/ou dissolução e difusão na solução presente nos poros, este último sendo afetado pela porosidade do concreto e estrutura do poro. A solubilidade dos metais traço dependem da sua ligação aos produtos de hidratação e outros constituintes do concreto assim como da sua habilidade de formar complexos aquosos e precipitar (MÜLLAUER; BEDDOE; HEINZ, 2015).

Os resíduos de concreto procedentes da indústria de artefatos de concreto, no entanto, apresentam um grande potencial de utilização como agregado reciclado, devido ao conhecimento de suas propriedades básicas e ao menor grau de contaminação por outros materiais, quando comparado àqueles procedentes de obras de construção civil. Essas características podem promover seu emprego em aplicações de alto valor agregado, tais como, produção de concreto estrutural e elementos pré-moldados (BUTTLER, 2007; POON; KOU; CHAN, 2006).

O reaproveitamento e reciclagem dos materiais existentes no pátio da empresa poderá propiciar a redução dos custos produtivos, propiciando a produção de agregados que contribuirão para minimizar o impacto ambiental da atividade, proporcionando a destinação correta aos resíduos gerados e diminuindo a exploração de recursos naturais. Além do mais, tais agregados podem vir a originar produtos de melhor qualidade, pois os resíduos reciclados em sua maioria possuem cimento incorporado entre os grãos o que resulta num produto de

melhor qualidade quanto ao comportamento mecânico e com menor custo financeiro (SILVA, 2014).

4 Conclusões

Diante das informações apresentadas neste trabalho, fica evidente a importância da caracterização dos resíduos gerados no processo produtivo, do ponto de vista ambiental, de forma a se estabelecer um gerenciamento ambientalmente adequado para os mesmos. Os resíduos do processo produtivo da indústria de artefatos de concreto em estudo foram classificados, de acordo com a NBR 10004/2004 da ABNT, como Classe II – A, não perigosos e não inertes, ficando vedada, portanto, a sua disposição diretamente no solo. No entanto, esse tipo de resíduo apresenta alto potencial de aproveitamento e reciclagem, devendo ser devidamente separado e acondicionado para futuro uso/destinação. Além disso, deve-se tomar medidas de forma a otimizar todo o processo produtivo, com a implementação de treinamentos periódicos de pessoal, introdução de técnicas visando a minimizando da geração de resíduos no processo produtivo e manejo adequado dos blocos produzidos. Testes deverão ser realizados no sentido do reaproveitamento dos resíduos gerados no próprio processo produtivo da indústria, de forma a se buscar alternativas sustentáveis para a minimização dos impactos ambientais e promoção da destinação responsável. A sistematização de etapas e processos poderá trazer benefícios econômicos e ambientais, com a implantação da prática de minimização, reuso e reciclagem dos resíduos, atendendo, assim, aos princípios da Política Nacional dos Resíduos Sólidos. O presente trabalho, portanto, apresentou o primeiro passo para o desenvolvimento de ações visando ao gerenciamento eficaz de resíduos de concreto na indústria, por meio da realização de um diagnóstico local, identificação dos aspectos referentes a origem, taxa de geração, risco ambiental e análise do potencial de reaproveitamento/reciclagem dos resíduos, dados que servem de base para o planejamento de ações para o desenvolvimento de um plano de gestão que contribuirá para a sustentabilidade ambiental de empresas do setor além do atendimento à legislação vigente.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Centro Universitário Ingá – UNINGÁ.

Referências

- ABNT. **NBR 10004: resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- ABNT. **NBR 10005: procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- ABNT. **NBR 10006: procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- ABNT. **NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- ABNT. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington DC: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, 2005.
- AYDILEK, A. H. **Environmental suitability of recycled concrete aggregate in highways (Report No. MD-15- SP109B4G-2)**. Baltimore, MD: [s.n.].
- BAPTISTA JUNIOR, J. V.; ROMANEL, C. Sustentabilidade na indústria da

construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 480, p. 27, 2013.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Brasília, DF: [s.n.].

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.** Brasília, DF: [s.n.].

BRASIL. **Lei n° 12305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), 2010.**

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 431, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3o da Resolução n° 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.** Brasília, DF: [s.n.].

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução n° 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.** Brasília, DF: [s.n.].

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 469, de 29 de julho de 2015. Altera a Resolução CONAMA n° 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Brasília, DF: [s.n.].

BRESSIANI, L.; ROMAN, H. R. The use of andragogy in civil construction capacity building courses. **Gestao e Producao**, v. 24, n. 4, p. 745–762, 2017.

BUTTLER, A. M. **Uso de agregados reciclados de concreto em blocos de alvenaria estrutural. Tese de Doutorado em Engenharia de Estruturas.** [s.l.] Universidade de São Paulo, 2007.

CAIADO, R. G. G. et al. Estudo bibliográfico da gestão de risco em projetos de construção. **Espacios**, v. 37, n. 23, p. 1–12, 2016.

HEINECK, S. **Desempenho de argamassas de revestimento com incorporação da fração miúda da britagem de concreto. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.** [s.l.] Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, 2012.

JADOVSKI, I. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Engenharia.** [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

KULAKOWSKI, M. P. et al. Contribuição à avaliação ambiental de materiais e componentes construtivos: proposta de método para obtenção de extrato lixiviado. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 4, p. 69–81, 2014.

MATIAS, D. et al. Mechanical properties of concrete produced with recycled coarse aggregates – Influence of the use of superplasticizers. **Construction and Building Materials**, v. 44, p. 101–109, 2013.

MIOTO, B.; CASTRO, C. M. P. DE; SÍGOLO, L. M. Expansão e desaceleração do mercado privado formal de moradia a partir dos anos 2000 na Região Metropolitana de São Paulo. **Cadernos Metrópole**, v. 21, n. 44, p. 253–280, 2019.

MÜLLAUER, W.; BEDDOE, R. E.; HEINZ, D. Cement & Concrete Composites Leaching behaviour of major and trace elements from concrete : Effect of fly ash and GGBS. v. 58, p. 129–139, 2015.

OULDKHAOUA, Y. et al. Effect of using metakaolin as supplementary cementitious material and recycled CRT funnel glass as fine aggregate on the durability of green self-compacting concrete. **Construction and Building Materials**, v. 235, p. 117802, 2020.

POON, C. S.; KOU, S. C.; CHAN, D. Influence of steam curing on hardened properties of recycled aggregate concrete. **Magazine of Concrete Research**, v. 58, n. 5, p. 289–299, 2006.

SILVA, A. J. Reciclagem de resíduos produzidos pela indústria de pré-moldados em concreto na região de Chapecó - SC. **Revista On-Line IPOG ESPECIALIZE**, v. 01, 2014.

TAM, V. W. Y. Comparing the implementation of concrete recycling in the Australian and Japanese construction industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 7, p. 688–702, 2009.

TIRUTA-BARNA, T.; BARNA, R. Potential hazards from waste based/recycled building materials. In: PACHECO-TORGAL, F.; JALALI, S.; FUCIC, A. (Eds.). . **Toxicity of building materials**. Philadelphia, Pa: Woodhead Publishing Limited, 2012. p. 391–426.

XUAN, D.; SUN, C.; ZHENG, W. Resources , Conservation & Recycling Management and sustainable utilization of processing wastes from ready- mixed concrete plants in construction : A review. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 136, n. May, p. 238–247, 2018.