

APLICAÇÃO DO PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA FASE DE PÓS-OCUPAÇÃO DE EDIFICAÇÃO COMERCIAL

Júlia Stradiotto¹ (justradiotto@hotmail.com), Carlos Alberto Mendes Moraes¹ (cmoraes@unisin.br), Andrea Parisi Kern¹ (apkern@unisin.br)

¹ Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS, Brasil

RESUMO

O grande volume de resíduos gerados pela construção civil é um problema no país e as reformas possuem grandes responsabilidades sobre isso. Neste contexto, diversas ferramentas ambientais podem auxiliar na otimização dos processos e redução de geração de resíduos no setor. Este trabalho tem por objetivo realizar um estudo de implementação parcial da ferramenta de Produção Mais Limpa na fase de pós-ocupação de uma edificação comercial inserida no Tecnosinos, localizada no campus da UNISINOS em São Leopoldo, RS, o qual possui ISO 14001, favorecendo a aplicação da ferramenta pelo controle da gestão ambiental. Os resultados demonstraram a grande complexidade da aplicação da ferramenta neste setor, porém é constatada sua importância apontando como uma valiosa ferramenta para a mudança do panorama atual.

Palavras-chave: Produção mais limpa, Construção civil, Pós-ocupação.

CLEANER PRODUCTION PROGRAM APPLIED IN THE POST-OCCUPANCY PHASE IN A COMMERCIAL BUILDING

ABSTRACT

The large amount of construction waste is a problem in Brazil and the reforms have great responsibility over this situation. In this context, many environmental tools can be used for process optimization and waste reduction in this industry. This paper aims to study the partial implementation of Cleaner Production in the phase of post-occupancy of an office building in Tecnosinos, located on the campus of UNISINOS in São Leopoldo, RS. The campus has ISO 14001 which facilitates the appliance of the program. The results indicated the great complexity in the application of this tool in the construction industry. However it is an important instrument and should be seen as a valuable tool for changing the present scenery.

Keywords: Cleaner Production, Civil Construction, Post-occupancy.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das grandes responsáveis pela geração de resíduos no país e torna-se essencial trabalhar vinculado a programas que visam a otimização dos recursos, trazendo um importante benefício à sociedade. Atualmente existem diversas ferramentas que possibilitam minimizar os impactos ambientais causados pelas indústrias, uma delas é a Produção mais Limpa. O Programa de Produção mais Limpa (P+L) foi lançado pela UNEP em 1989 e teve como seu principal marco de abrangência a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992. Nela, foi destacada pela Agenda 21, a introdução da P+L como ferramenta principal para contribuir com o desenvolvimento sustentável. (UNEP, 1996, 2002).

Essas ações demonstram que já havia uma preocupação sobre formas de minimizar a geração de resíduos e a mudança dos métodos chamados de fim-de-tubo para ferramentas e processos que trabalhem para a não geração de resíduos ao longo do processo, trabalhando para a prevenção destes. Este novo pensamento é a base da P+L. (CNTL, 2003).

Diversos estímulos e estudos vêm sendo realizados para implementação da qualidade total na construção civil, porém este setor possui características distintas em comparação com outros setores da indústria, principalmente quanto à quantidade de agentes, processos existentes e a informalidade (FLORIN; QUELHAS, 2005). Essas diferenças tornam a aplicação de ferramentas ambientais existentes para a indústria em geral mais difícil, exigindo adaptações. Porém sua

aplicação é de extrema importância, visto que este setor contribui fortemente na geração de resíduos e no consumo de recursos naturais.

A construção civil possui um alto índice de geração de resíduos, denominado de resíduos da construção civil (RCC), esses resíduos são de baixa periculosidade, porém o grande problema é o volume gerado. Este índice pode representar 61% da massa dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil, conforme Pinto e González (2005 apud IPEA, 2012). Segundo Brasil (2010), a média de resíduos da construção e demolição (RCD) gerada de alguns municípios do país são 59% oriundos de reformas, ampliações e demolições e 41% de edificações novas.

Além disso, com a Resolução nº 307 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), determinou-se que os geradores dos resíduos devem ter como objetivo principal a não geração de resíduos e, caso não seja possível, a minimização, reciclagem ou reutilização dos mesmos. A resolução também estabeleceu que os geradores são responsáveis pela gestão dos resíduos gerados e qual a destinação adequada para cada tipo de resíduo. (BRASIL, 2002).

Esses dados demonstram a importância da gestão dos resíduos na construção civil, visto que são responsáveis por grande parte da geração de resíduos no país. Além disso, a P+L torna-se uma ferramenta de grande valia para garantir a redução da geração de resíduos tanto para edificações novas como existentes para reformas e *retrofit*.

1.1. Produção Mais Limpa (P+L)

O conceito de P+L é descrito pelo CNTL (2003, p. 10) como sendo uma “estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas”. Além disso, o CNTL (2003) ressalta que esta ferramenta traz benefícios para diversas áreas como a ambiental, econômica e saúde ocupacional, e que deve ser considerada a questão ambiental em todas as etapas dos processos da empresa.

Para UNEP (1996), a P+L traz ainda a redução dos custos operacionais a partir da otimização dos processos, conforme citado anteriormente, e um aumento na produtividade dos colaboradores, pois pode haver uma diminuição dos acidentes e doenças relacionadas ao trabalho.

Com relação aos aspectos econômicos, é importante realizar uma comparação com as técnicas de fim-de-tubo, que tendem a ter aumento de custos relacionados à gestão ambiental, pois normalmente há desperdício de matéria-prima e recursos e a quantidade de resíduos que exigem tratamento ou disposição final é maior, de forma que os custos envolvidos para isso são somente adicionados no processo. Já os aspectos econômicos da P+L, como todo o processo da empresa é repensado para a minimização ou eliminação da geração de resíduos, há um custo inicial e um envolvimento mais elevado. Porém há um período de retorno do investimento pelo fato de que os custos se tornam menores e de forma permanente, pois os desperdícios de matéria-prima e recursos que existiam no processo anterior são minimizados ou eliminados durante a correção dos processos. Existem ainda ações que geram redução nos custos sem que haja um investimento de implementação, auxiliando no início da implantação do programa. (CNTL, 2003).

Todavia, a aplicação da P+L ainda possui muitas barreiras, impactando na sua aplicação de forma mais abrangente. As principais barreiras, segundo CNTL (2003), estão relacionadas com a organização e estrutura das empresas, a falta de visão com relação aos problemas ambientais, necessidade de investimento, falta de incentivo e a dificuldade de realizar mudanças. Conforme UNEP (1996), é relatado a falta de motivação e o conservadorismo como as principais barreiras, além da falta de conhecimento e consciência e a dificuldade de adequação a novas tecnologias.

1.2. Etapas para Implantação de P+L

A implantação da P+L possui 5 etapas, segundo CNTL (2003), além de uma etapa preliminar denominada de Visita Técnica. Na visita técnica é realizada a sensibilização do público alvo como um todo, de forma que as partes envolvidas estejam comprometidas com o programa de forma integral. Esse comprometimento permitirá que o programa seja implementado de forma plena.

Na etapa 1 para aplicação da P+L é necessário obter o comprometimento gerencial, já iniciado na etapa preliminar, sendo essencial para que o andamento do processo de implementação da

ferramenta ocorra de forma completa e possibilitando atingir os resultados almejados. Além disso, nesta etapa é necessário identificar as barreiras da implementação e formas de superá-las, definir a abrangência do programa em conjunto com a empresa e, por fim, a formação do ecotime. O ecotime é composto por colaboradores da própria empresa e seu objetivo é a implementação do programa P+L. Eles são responsáveis por realizar o diagnóstico, identificar as oportunidades e aplicar a ferramenta, realizar o monitoramento e dar continuidade ao programa. (CNTL, 2003).

Já na etapa 2, é necessário realizar um fluxograma do processo, definindo o fluxo de matérias-primas, água, energia elétrica e resíduos gerados para posterior avaliação do processo produtivo e definição das estratégias para identificação e mensuração dos fluxos de cada etapa, atividade a ser realizada pelo ecotime no diagnóstico ambiental e de processo. Para verificar os quantitativos, o ecotime deve apropriar-se de dados disponíveis na empresa, detalhando e quantificando entradas e saídas, estoques e verificando a situação ambiental da empresa. Após o diagnóstico, é possível determinar o foco da avaliação, que é baseado nos levantamentos realizados da quantidade de resíduos gerados e sua toxicidade, custos e legislação. (CNTL, 2003).

A etapa 3 contempla o balanço material e indicadores, analisando as atividades definidas pelo foco da avaliação de forma mais detalhada. Os dados gerados nesta etapa servem para posterior comparação após o programa de P+L ser de fato implementado, auxiliando também na fase de monitoramento. Além disso, é realizada a identificação das causas da geração de resíduos pelo ecotime. Verificam-se os fatores operacionais, matérias-primas, produtos e seu *design*, capital da empresa, situação dos resíduos gerados, recursos humanos, fornecedores e processos. Com essas informações, é possível identificar as opções de P+L, com ações em 3 níveis, sendo que a meta é aplicar medidas de nível 1, evitando a geração de resíduos na fonte. (CNTL, 2003).

A etapa 4 contempla a avaliação técnica, econômica e ambiental das opções de P+L identificadas, verificando todos os impactos destas opções antes de serem implementadas. (CNTL, 2003).

Segundo CNTL (2003), a 5ª e última etapa se refere à criação do plano de implantação e monitoramento, o qual é necessário conter especificações técnicas detalhadas, plano viável para reduzir o tempo de aplicação, orçamento, instalação dos equipamentos e sistemas necessários e a preparação dos colaboradores e, para o monitoramento, pode-se aplicar em 4 estágios, sendo o planejamento do mesmo, a preparação, implementação, análise e relatório de dados. Ainda na etapa 5 e após a fase de implementação e monitoramento, deve-se realizar o plano de continuidade, considerando que o programa de P+L já está implementado, sendo necessário avaliar os resultados apresentados e proporcionar a continuidade dos processos e da nova cultura da organização. Ademais, é necessário buscar a evolução constante dessas ações conforme vai ocorrendo o desenvolvimento da empresa (melhoria contínua). (CNTL, 2003).

1.3. Construção Civil e a Geração de Resíduos

Atualmente, percebe-se que a construção civil ainda está agindo em grande parte pelos métodos de fim-de-tubo, pensando em o que fazer com os resíduos gerados. Isso pode ocorrer principalmente pelas recentes exigências, como a resolução do CONAMA, por exemplo, com foco na disposição final dos resíduos gerados. Porém, verifica-se que as estratégias de P+L são alternativas viáveis para o setor, visto que é possível reduzir custos ao otimizar matéria-prima e insumos, tornando possível esta nova abordagem com foco na prevenção. (MATTOSINHO; PIONÓRIO, 2009). A partir desta abordagem, verifica-se que é possível atingir os três focos: ambiental, econômico e social, conforme é descrito pelo programa P+L.

Ao avaliar as construções de forma geral, elas causam grandes impactos ambientais por exigirem adaptações no terreno e eventuais desmatamentos, além da utilização de diversos recursos naturais em materiais e produtos empregados e o consumo de recursos como água e energia durante a fase de construção e uso das edificações. Outro fator que possui grande interferência é a aplicação de estratégias de conforto ambiental e a especificação de equipamentos economizadores (FLORIN; QUELHAS, 2005).

O consumo de energia, por exemplo, tem um vínculo importante com relação à forma como a edificação foi projetada, sua implantação quanto à orientação solar, o uso de proteção solar nas aberturas, aplicação de estratégias como ventilação cruzada, bandejas de luz, etc. Fatores como

a especificação de equipamentos que consomem menos energia e água também são relevantes e influenciam diretamente no consumo ao longo da vida útil da edificação. Outro fator importante é a manutenibilidade da edificação e como isso é tratado desde a fase de concepção do projeto. Além disso, conforme CEF (2001, apud ARAUJO, 2002), projetos e detalhamentos incompletos, baixa qualidade de materiais e componentes, falta de qualificação da mão-de-obra e de inspeção e controle de execução são fatores que contribuem para geração de resíduos na construção civil. Como é possível verificar, a fase de planejamento e projeto da edificação são de extrema importância para que seja possível criar uma edificação que minimize os impactos ambientais, sendo que a edificação deve ser pensada em todo o seu ciclo de vida e os impactos que serão gerados ao longo dele, aplicando ferramentas como a P+L (FLORIN; QUELHAS, 2005). Desta forma, é possível dar continuidade na aplicação da ferramenta ao longo da vida útil da edificação, visto que a mesma foi pensada para isso desde a concepção. Alguns estudos de P+L aplicados à construção civil abrangem uma análise geral da ferramenta ou uma avaliação específica de cada processo ou serviço na fase de execução da edificação. Um exemplo disso é a aplicação realizada por Araujo (2002), avaliando as entradas e saídas dos serviços de aplicação de revestimentos cerâmicos internos e madeiramento da cobertura.

2. OBJETIVO

O presente trabalho aborda o tema de P+L no setor da construção civil e tem por objetivo investigar o desenvolvimento do plano de implementação parcial desta ferramenta ambiental na fase de pós-ocupação de um edifício comercial existente na cidade de São Leopoldo/RS.

3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos por este trabalho, foi realizada a revisão da literatura e as análises a partir das etapas de implantação do programa P+L, proposta pelo CNTL (2003). Este trabalho apresenta-se como um estudo preliminar para a aplicação de etapas e ferramentas de P+L na fase de pós-ocupação de uma edificação, que será apresentada neste capítulo, e pode servir como iniciativa para minimizar a geração de problemas ambientais na sua ocupação. É importante ressaltar que este trabalho não teve como objetivo a avaliação completa da ferramenta e sim, uma avaliação preliminar parcial, sendo estudadas parcialmente as etapas 1, 2 e 3. Além disso, não foi formado um ecotime, pois não houve um envolvimento direto da empresa e de seus colaboradores na elaboração deste estudo, somente a troca de informações.

3.1. Descrição do Objeto de Estudo

A edificação em estudo localiza-se na cidade de São Leopoldo, RS, e está situada junto ao Tecnosinos, Parque Tecnológico São Leopoldo, que está inserido no campus da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). O edifício, intitulado de Unitec III, teve sua obra recentemente inaugurada em agosto de 2016, porém encontra-se ainda desocupado. Ele foi concebido para abrigar novas empresas na área de pesquisa e desenvolvimento.

A UNISINOS, local onde a edificação está situada, possui grande comprometimento com relação à preservação do meio ambiente. O campus de São Leopoldo possui ISO 14001 desde 2004, o que garante grande controle e gestão ambiental, que é gerida pelo SGA (Sistema de Gestão Ambiental). A ISO 14001 contempla questões quanto à gestão dos resíduos e efluentes gerados, coleta seletiva, controle sobre poluição, redução do consumo de água e energia, diminuição dos resíduos gerados, entre outros fatores (UNISINOS, 2016, 2016?).

Com relação ao consumo de água e energia, a UNISINOS possui o programa Energia Positiva, que tem por objetivo conscientizar e reduzir o consumo pelos usuários (UNISINOS, 2016?). Uma das ações é a utilização de adesivos com lembretes aos usuários em todos os sanitários e salas, que lembram o usuário de desligar a luz ao sair dos ambientes (figura 1A), quantas folhas de papel são recomendadas para secar as mãos (figura 1B), evitar o desperdício de água (figura 1C), etc. Essas ações, além de outros fatores, como a substituição gradativa de equipamentos mais econômicos, por exemplo, gerou uma redução em 2015 de 3,73% no consumo de energia elétrica e 13% no consumo de água em comparação ao ano anterior. (UNISINOS, 2016).

Figura 1: Fotos dos adesivos do Energia Positiva da Unisinos (fonte: Registro dos autores).



A edificação em estudo é de caráter comercial e possui dois pavimentos, contendo área total de aproximadamente 2727 m². O edifício possui 14 salas comerciais, 4 salas de reuniões, 2 conjuntos de sanitário masculino e feminino, uma área de serviço com depósito e sanitário, uma recepção com bar café e uma área de estar. A edificação possui sistemas convencionais, com estrutura de concreto armado moldada *in loco* e sistema de vedação vertical externo com bloco cerâmico de 6 furos. As paredes internas são de *drywall* e o sistema de cobertura é composto por telha aluzinc e laje de concreto armado. As esquadrias são de alumínio do tipo maxim-ar, com vidro temperado 4 mm fumê e a maioria das janelas do segundo pavimento voltadas para o norte e oeste possuem proteção solar de brises fixos horizontais metálicos, conforme figura 2. As paredes externas recebem pintura em tinta acrílica na cor branca e cinza.

Figura 2: Foto da edificação estudada das fachadas norte e oeste (fonte: Registro dos autores).



Com relação aos principais equipamentos, os condicionadores de ar são do tipo *split*, mas a escolha dos aparelhos é de responsabilidade dos proprietários de cada sala comercial. Com relação ao elevador, foi projetado para a marca Otis, linha Otis Home, com cabina acessível. As salas comerciais possuem somente medidor individual de energia elétrica, pois a edificação possui sanitários de uso comum. Quatro salas comerciais possuem instalação de água, porém não há medição individual de água nessas salas. Quanto à iluminação, todas as lâmpadas especificadas em projeto são do tipo LED, contribuindo para a redução do consumo de energia. Através de um estudo realizado anteriormente quanto ao desempenho térmico da envoltória desta edificação, a mesma foi avaliada com descumprimento parcial das recomendações da ABNT NBR 15220:2005, nos requisitos de atraso térmico e área de ventilação das aberturas de alguns ambientes. No mesmo estudo, foi verificado o nível de eficiência energético da envoltória pela etiqueta do PBE Edifica (Programa Brasileiro de Etiquetagem), para ENCE Parcial (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) para envoltória e a edificação na fase de projeto, a qual atingiria Nível C, principalmente em razão dos pré-requisitos exigidos para atingir níveis superiores, como transmitância térmica de paredes e coberturas e a absorvância da cobertura. Estas avaliações preliminares são importantes para verificar de um modo geral a edificação e seu desempenho, principalmente o térmico, afetando diretamente o consumo de energia elétrica de toda a edificação pelo uso dos condicionadores de ar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente capítulo são apresentados os resultados obtidos quanto à proposta de implementação de P+L para a edificação estudada, tornando-se um plano de ação a ser aplicado durante a fase de pós-ocupação desta edificação. Conforme descrito no capítulo 3, foram

avaliadas parcialmente as etapas 1, 2 e 3 da ferramenta. Os resultados de cada etapa são apresentados separadamente nos subcapítulos a seguir.

4.1. Etapa 1 para Implementação da P+L

Conforme apresentado no capítulo 1, a etapa 1 contempla 4 fases e estão detalhadas a seguir.

Comprometimento Gerencial

O comprometimento e a sensibilização da gerência ainda não ocorreram, visto que houve somente um contato inicial com a empresa. Porém, para um contato preliminar, foi observada uma dificuldade em obter informações e documentos necessários para a realização do estudo proposto, sendo uma das razões a quantidade de agentes envolvidos na empresa estudada.

Identificação das Barreiras

Identificou-se que as barreiras que poderão ser encontradas ao longo da implantação do programa seriam o envolvimento de todos os usuários da edificação, inclusive os visitantes e empresas terceirizadas que prestarão serviços no edifício, para que sejam cumpridas as metas e procedimentos estabelecidos pelo programa de P+L. Como soluções para superá-las, pode-se trabalhar para a informação e conscientização de todos os usuários de que a edificação segue padrões e processos que visam a sustentabilidade e a redução de resíduos e emissões, através de cartazes informativos nas áreas comuns da edificação, além de treinamento a todos os colaboradores e empresas instaladas nela e, para as empresas terceirizadas, pode-se exigir uma liberação para iniciar a prestação de serviços após a assinatura de um termo explicativo sobre os processos exigidos na edificação, além da apresentação de documentos que comprovem como foram tratados os resíduos gerados pela prestação de serviços.

Estudo da Abrangência do Programa

Estabeleceu-se que toda a edificação e as empresas envolvidas seriam abrangidas pelo plano, pois, como o objeto de estudo é uma única edificação que acolherá diversas empresas, é essencial abranger todos os envolvidos para que haja um alcance total na aplicação deste estudo. Além disso, como a edificação já está construída e o estudo não foi contemplado durante a fase de concepção e execução da obra, o plano abrange somente a fase de pós-ocupação.

Formação do Ecotime

Não foi contemplado neste estudo a formação do ecotime, visto que este é um trabalho preliminar investigativo podendo ser aplicado posteriormente pela empresa, já que a mesma participa do Programa Green Tech Park (GTP) do Tecnosinos que está sendo implementado e estabelece diretrizes de gestão ambiental das suas atividades, de acordo com Lutz et al (2015). A formação do ecotime é de extrema necessidade para que a efetiva aplicação do programa seja realizada, sendo este já facilitado pela existência do GTP.

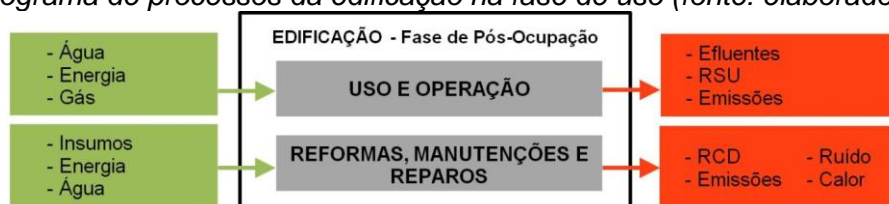
4.2. Etapa 2 para Implementação da P+L

A etapa 2 possui três fases de aplicação, conforme são descritas a seguir.

Fluxograma do Processo

Após uma análise da fase de pós-ocupação da edificação estudada, foi elaborado o fluxograma do processo, verificando o que é consumido e gerado em cada etapa. É possível verificar na figura 3 que na fase de uso e operação há um consumo de água, gás e energia e geração de efluentes, resíduos sólidos urbanos (RSU) e emissões, como qualquer edificação, e na fase de reformas, manutenções e reparos há o consumo de insumos diversos, energia e água e a geração de resíduos de construção e demolição (RCD), emissões, ruído e calor.

Figura 3: Fluxograma de processos da edificação na fase de uso (fonte: elaborado pelos autores).



Essas duas fases normalmente ocorrem simultaneamente, porém a fase de reformas geralmente ocorre em períodos segmentados ao longo da vida útil da edificação. Esta fase é de difícil mensuração, pois as reformas dentro das unidades poderão ocorrer a cada mudança de locatário ou proprietário ou quando a mesma julgar necessário reformá-la. As manutenções e reparos podem ser mensuráveis se o manual de uso, operação e manutenção da edificação contemplar as manutenções necessárias para cada sistema. Neste estudo, não se teve acesso ao manual.

Para a quantificação dos dados de entrada e saída para a fase de uso e operação seria necessário realizar medições de consumo de energia, água e gás, e medições dos efluentes gerados e RSU quando a edificação estiver em operação. Já com relação à fase de reformas, para cada serviço que for realizado seria necessário fazer um controle dos insumos necessários e das gerações provenientes destes serviços. A literatura aponta como referência que para cada metro quadrado construído, 150 kg de RCD são gerados (PINTO, 1999). Porém, esta medida é genérica e no caso da utilização de sistemas não convencionais, como é o caso das paredes internas de *drywall* desta edificação, este valor se torna de difícil aplicação para a pesquisa.

Pinto (1999) ressaltou a importância de que cada agente da construção civil conheça os seus índices de geração de resíduos para que possa ser buscada a melhoria dos processos individualmente. É importante verificar separadamente o que cada agente e processo gera de resíduos, visto que este fator depende do treinamento que a equipe recebeu, os materiais e equipamentos utilizados e a própria especificidade da obra realizada.

Conforme Pinto (1999), a composição de resíduos de construção e demolição de obras típicas brasileiras em diversas localidades apontam que 64% dos RCD correspondem à argamassa, 18% tijolos, 11,1% componentes cerâmicos, 4,2% concreto, 1,4% pedra e o restante corresponde a outros materiais em proporções menores. Com dados mais recentes, Pinheiro (2011) indica que o gesso representa entre 1% a 15% dos RCD no Brasil, dependendo da região.

Com relação à execução de divisórias com chapas de gesso acartonado, a Associação Brasileira de Gesso (ABRAGESSO) relata uma perda de 5% (JOHN; CINCOTTO, 2003 apud PINHEIRO, 2011). Porém, outros dados são apresentados em pesquisas realizadas em campo, estimando 12% de resíduos gerados (MARCONDES, 2007 apud PINHEIRO, 2011). Pinheiro (2011) relata ainda que a geração de resíduos do gesso acartonado depende da modulação da obra.

Mesmo que a utilização de *drywall* tenha uma geração de resíduos elevadas, Bernardes (2003, apud KARPINSK et al., 2009) ressalta como sendo uma alternativa interessante em razão da necessidade de redução do volume do RCD, sendo este o maior problema desses resíduos. Segundo Pinheiro (2011), o gesso é classificado como um resíduo reciclável, porém ele não é aceito nos aterros sanitários e existem raras usinas de reciclagem, tornando um problema para a destinação final deste resíduo para a cadeia da construção civil.

Estes dados demonstram a complexidade de dimensionar a geração de resíduos de obras em geral, e em especial de reformas e manutenções, com raras informações consistentes. O que se pode verificar com os dados levantados é que a geração de resíduos está diretamente ligada à qualidade do projeto e seu planejamento, visto que um projeto modulado e bem elaborado pode minimizar a geração de resíduos. Como alternativa para medição, pode-se estabelecer que para cada processo ou serviço de uma obra deve ser feito um balanço do que será revertido em perdas ou desperdício e realizar uma correção para cada processo separadamente com padrões de modulação frente aos materiais empregados para cada obra a ser realizada.

Diagnóstico Ambiental e de Processo

Para esta etapa, que deveria ser realizada pelo ecotime de acordo com o referencial teórico, quantifica-se as entradas e saídas conforme o fluxograma apresentado na figura 3 e a partir do que foi estabelecido pela fase anterior do fluxograma do processo.

Como a edificação está finalizada, porém ainda não ocupada, não é possível realizar medições com relação ao seu uso e operação dos dados de entrada e saída. Estas medições poderão ser realizadas somente quando o edifício estiver efetivamente em uso.

Com relação à fase de reformas, manutenções e reparos, torna-se difícil a mensuração das entradas e saídas, visto que o projeto da edificação não contempla uma previsão de manutenções e existe uma dificuldade na quantificação dos dados das reformas por não ser possível prever as situações e os momentos em que a mesma ocorrerá ao longo da vida útil do edifício.

Porém, através de estudos realizados por diversos autores, sabe-se quantidades básicas de geração de RCD de alguns materiais por metro quadrado, ou a quantidade geral de perdas em sistemas convencionais, o que pode facilitar uma comparação posteriormente. Esses parâmetros, já apresentados na etapa anterior de fluxograma de processo, poderão ser utilizados como parâmetro para as manutenções e reformas. Porém pode haver discrepâncias nos dados por existir diversos níveis de reformas e manutenções, que vão desde a realização de um serviço simples com poucas intervenções, até grandes mudanças espaciais e estruturais da edificação, dificultando a comparação e estipulação de quantidades prévias. Por esta razão, verifica-se como sendo mais adequada a avaliação de cada processo e serviço separadamente.

Seleção do Foco da Avaliação

Ao avaliar as duas fases da pós-ocupação da edificação, além da revisão bibliográfica, pode-se verificar que a fase de reformas é a de maior impacto, por consumir matérias-primas na grande maioria não renováveis e gerar resíduos volumosos.

O fato da fase de uso já ter ações existentes por possuir ISO 14001 no campus da Unisinos foi outro fator que levou a esta decisão. A ISO 14001, conforme apresentado no capítulo 3, traz diversos benefícios como o controle quanto ao consumo de água e energia, reforçado pelo programa de conscientização Energia Positiva, além da separação e coleta seletiva do lixo e o tratamento dos efluentes gerados, trazendo evoluções significativas para a fase de uso e operação. A ISO 14001 também traz benefícios para a fase de reformas, por ter critérios quanto à contratação de empresas terceirizadas e os resíduos, porém, esta é a fase em que pode ocorrer um descontrole maior dos processos e necessita de mais atenção por parte dos gestores.

4.3. Etapa 3 para Implementação da P+L

A etapa 3 possui três fases de aplicação, conforme são apresentadas a seguir.

Balanco Material e Indicadores

Nesta etapa, é realizado o levantamento de dados dos processos com informações quantitativas de todas as entradas e saídas. Este levantamento deve ser iniciado quando a edificação for ocupada para que seja possível realizar a comparação de dados posteriormente.

Conforme a revisão de literatura, esses dados medidos serão fundamentais e servirão como verificação para avaliar a eficácia da ferramenta. Porém, acredita-se que não é preciso aguardar os dados iniciais para colocar em prática princípios importantes da P+L. Desta forma, será trabalhado para a melhora contínua dos processos, evoluindo a redução dos impactos ambientais.

Identificação das Causas da Geração de Resíduos

Mesmo que não se tenham dados obtidos pela edificação, é possível realizar um levantamento das causas da geração de resíduos por parte das reformas e manutenções do edifício a partir de estudos existentes, pois a construção civil possui problemas comuns que geram esse desperdício. Diversos fatores são relatados por outros autores que causam a geração de resíduos. Um dos fatores é a qualidade e as decisões de projeto, assinalados por Florin e Quelhas (2005) e CEF

(2001, apud ARAUJO, 2002), que interferem por toda a vida útil da edificação. Este fator já não é mais possível de ser revisto, uma vez que a edificação já está construída, porém serve como referência para os projetos de reformas futuras, em menor escala, mas que também geram impactos ambientais. Os projetos devem ser pensados visando a manutenção dos sistemas e equipamentos e contemplando a modulação dos elementos conforme os materiais empregados a fim de minimizar as perdas, conforme foi destacado por Pinheiro (2011).

Outros fatores estão relacionados à falta de qualidade dos materiais e a qualificação da mão-de-obra, atrelados ao baixo controle e fiscalização dos processos e serviços realizados (CEF, 2001 apud ARAUJO, 2002), causando um aumento das perdas de matérias-primas e insumos.

Identificação das Opções de P+L

As opções de P+L para esta edificação permitem a aplicação de diversos níveis, sendo que se deve buscar primeiramente a minimização de resíduos (nível 1 e 2). Para isso, é necessário realizar a redução na fonte (nível 1), modificando o produto e/ou modificação de processos através de boas práticas de P+L, substituição de matérias-primas e/ou modificação tecnológica.

A modificação de produto requer corrigir os itens relatados como causas da geração de resíduos descritas anteriormente, como a falta de qualidade de projetos, passando a desenvolver projetos detalhados, modulados e com soluções que contemplem a manutenibilidade das instalações e sistemas. Um exemplo disso é a utilização de divisórias leves de *drywall* para execução de novas paredes e *shafts*, que garante uma facilidade na manutenção e permite a modulação das placas, reduzindo a geração de resíduos. Além disso, a escolha por este material é benéfica mesmo que ainda gere algum resíduo, pois o mesmo é descartado em uma quantidade significativamente menor, conforme foi destacado por Bernardes (2003, apud KARPINSK et al., 2009).

Com relação à modificação de processo, a qualificação e conscientização da mão-de-obra e dos usuários é extremamente importante para garantir o correto uso da edificação, assim como a correta execução dos serviços, com intuito na otimização dos materiais e equipamentos. A substituição de matérias-primas e produtos também permite a redução de perdas e, neste caso, é possível substituir produtos que não apresentam um rendimento tão eficiente por outros mais eficazes e com durabilidade maior. Um exemplo disso é a escolha das tintas que serão empregadas, estas podem garantir uma redução significativa da sua aplicação ao escolher pelo seu rendimento e durabilidade se pensarmos na manutenção dele ao longo da vida útil do edifício. Ainda com relação à modificação no processo temos a modificação tecnológica, que normalmente exige um investimento maior com a troca de alguns equipamentos ou instalação por outro com tecnologia mais adequada para a redução do consumo. Um exemplo disso é a troca de lâmpadas fluorescentes por LED ou a utilização de bacias sanitárias com duplo acionamento, garantindo a redução do consumo de energia elétrica e água, respectivamente. Ademais, pode-se propor benefícios para as empresas instaladas na edificação que possuem equipamentos com eficiência energética de nível A, ou limitar o uso de equipamentos com eficiência inferior, garantindo um consumo energético menor inclusive dentro das unidades.

Todavia, mesmo que a alteração dos processos e produtos citados anteriormente ocasione em uma minimização de resíduos na fonte, ainda é sabido que resíduos serão gerados, mesmo que minimamente. Portanto, deve-se vincular a aplicação de P+L com outras opções da ferramenta, como a opção de nível 2 e 3, que geram uma reciclagem dos resíduos gerados.

A opção de nível 2 é a reciclagem interna. Esta opção já é muito estudada pela construção civil e é muito aplicada para resíduos de construções convencionais na fase de execução da obra. Porém, ao utilizarmos paredes de gesso acartonado, por exemplo, torna-se necessário a adoção da opção de nível 3 para reciclagem externa ou ciclos biogênicos. Estudos recentes demonstram que o gesso, que anteriormente era classificado como resíduo de classe C, passou a ser classificado como classe B na revisão da resolução 431/2011 do CONAMA. Isso torna a utilização deste material mais atraente, porém mesmo tendo a classificação como resíduo reciclável, este material ainda possui poucas usinas de reciclagem, dificultando esse processo. (PINHEIRO, 2011) Como solução, verifica-se a possibilidade de criar parcerias com empresas que utilizam o gesso reciclado em seus processos, como para fabricação de peças pré-moldadas apresentada por

Pinheiro (2011), realizando uma rede entre diversas construtoras da região que também geram este tipo de resíduo para garantir uma quantidade significativa e facilitar a reciclagem externa.

5. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível verificar a existência de barreiras que dificultam a aplicação da ferramenta, confirmando as dificuldades apresentadas pela bibliografia estudada. Entre as barreiras analisadas, destacam-se os projetos pouco detalhados, que é um alerta e um reflexo dos problemas relatados por diversos autores e que colaboram fortemente na geração de resíduos do setor. Além disso, verificou-se a complexidade da aplicação da ferramenta de P+L no setor da construção civil, que pode ocorrer pelo grande número de processos existentes, além dos diversos materiais e equipes envolvidas. Avaliando estudos realizados por outros autores, verifica-se que a aplicação da P+L deve ser realizada por processos ou serviços separadamente, avaliando todas as entradas e saídas para se alcançar um resultado final envolvendo todos os processos. Com isso, pode-se notar a razão da complexidade na aplicação da ferramenta nesse setor, necessitando de muito tempo de avaliação por cada empresa de construção ter os seus próprios padrões de execução, estocagem, entre outros.

Neste estudo, foi possível realizar uma aplicação parcial da ferramenta até a verificação e análise das opções de P+L, promovendo a construção de um plano de ação, porém uma das dificuldades encontradas foi a falta de informações referentes à geração de resíduos na fase de uso de um edifício. Portanto, verifica-se que é necessário haver novas pesquisas na fase de uso para verificar a quantidade média de geração de resíduos para diferentes tipos de obras de reformas e manutenções, estabelecendo parâmetros médios e possibilitando comparações entre diversas obras para verificação de um nível de eficiência quanto ao controle de geração de resíduos.

Mesmo verificando a complexidade que envolve a aplicação da P+L na construção civil, é indiscutível a importância de aplicar essas ferramentas no setor, visto que somos um dos principais geradores de resíduos e desperdícios na sociedade. Verifica-se que a construção civil necessita avançar seus métodos e visões sobre as questões ambientais, deixando de vê-la como um problema e passando a incorporar soluções desde a concepção de um empreendimento, pois desta forma estaremos trabalhando para alcançar construções mais sustentáveis e trabalhando para a prevenção de problemas ambientais e desperdícios.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. F. A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de construção civil. 2002. 121 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

_____. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos. Brasília, 2010.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS (CNTL). Implementação de programas de produção mais limpa. Porto Alegre: SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003.

FLORIN, L. C.; QUELHAS, O. L. G. Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional eco-eficiente. Revista Produção Online, v. 5, n. 2, jun. 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. Brasília, 2012.

LUTZ, C. et al. Avaliação dos níveis de maturidade ambiental das empresas participantes do programa Green Tech Park Tecnosinos. In: Seminário sobre Tecnologias Limpas, 6, 2015, Porto Alegre.

KARPINSK, L. A. et al. Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

MATTOSINHO, C.; PIONÓRIO, P. Aplicação da produção mais limpa na construção civil: uma proposta de minimização de resíduos na fonte. In: International Workshop Advances in Cleaner Production, 2., 2009, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/6a/6/c.%20mattosinho%20-%20resumo%20exp.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

PINHEIRO, S. M. M. Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em componentes. 2011. 352 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2011.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 1999. 189 f. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 1999.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Industry and Environment. Cleaner Production. 1. ed. Paris: UNEP, 1996.

_____. Division of Technology, Industry and Economics. Learning from the experience of national cleaner production centres. 1. ed. Paris: UNEP, 2002.

UNISINOS. Meio Ambiente. São Leopoldo, [2016?]. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/institucional/meio-ambiente/apresentacao>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

_____. Relatório anual - sistema de gestão ambiental: Ano 2015. São Leopoldo, fev. 2016. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/images/institucional/meio-ambiente/relatorios/relatorio-sga-2015.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2016.