

MELHORIA DO DESENVOLVIMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE PICUÍ: UM ENFOQUE NA REDUÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS

Camila Campos Gomez Famá
Joseph Hakkinen Alves Santos

RESUMO

Apresenta resultado de uma pesquisa realizada que teve como objetivo a melhoria do desenvolvimento urbano do Município de Picuí a partir do planejamento e controle das obras realizadas na cidade. Após a escolha das obras, foi realizado um estudo exploratório dos canteiros de obra com o intuito de obter um diagnóstico inicial da situação do planejamento e sistema logístico existente nestes canteiros; como finalidade identificar as principais causas de perdas de materiais, tempo e dinheiro investidos foi aplicado um checklist em cada uma das obras escolhidas. Os resultados encontrados mostraram que as condições encontradas no canteiro estudado eram ruins ou péssimas. Posteriormente à identificação e quantificação das perdas, foram elaboradas soluções práticas e fáceis de serem aplicadas para correção dos problemas e apresentado às construtoras participantes do projeto.

Palavras-chave: Construção civil. Gerenciamento da produção. Checklist.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o setor da construção civil tem apresentado um declínio crescente na indústria brasileira. Somando-se a este decréscimo, a indústria da construção “comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos” (RODRIGUES; SILVA, 2012, p. 2). Neste sentido, sua eficiência é mundialmente questionada em relação a outros setores, que buscam progressivamente aumentar sua produtividade e qualidade, reduzindo perdas e melhorando condições de trabalho (KOSKELA, 1992).

Diversos estudos apontam as perdas na construção civil como uma porcentagem representativa e relativamente alta dos custos da produção. “Tais perdas são consequência de

um processo de baixa qualidade, que traz como resultado não só uma elevação de custos, mas também um produto final de qualidade deficiente” (FORMOSO *et al.*, 1997).

De acordo com Sommer (2010), além do desperdício de materiais e elevadas perdas, com a conseqüente geração de resíduos, as falhas no planejamento e controle da produção também acarretam na baixa produtividade do setor e na inferioridade da qualidade de seus produtos. Diversos estudos foram realizados no intuito de adaptar conceitos de gestão da produção desenvolvidos em outras indústrias para o setor da construção civil, dentre elas a implantação do sistema de gestão de qualidade da produção (SOMMER, 2010).

Neste sentido, Klaus (2015) afirma que nos dias atuais é imprescindível a capacitação das construtoras no gerenciamento e planejamento eficientes de seus empreendimentos. Segundo o referido autor, o crescente nível de exigência dos clientes, bem como o estreitamento das margens operacionais das empresas, oriundos da elevação dos preços dos materiais e da mão de obra, levaram o subsetor de edificações a repensar suas estratégias de gestão da produção.

As novas práticas buscam maior eficácia técnico-econômica. Essa gestão deve enfatizar aspectos como o consumo de materiais, diminuição de prazos de execução, aumento da produtividade e minimização da mobilização de recursos, pois essa é a forma de as empresas poderem visar a sua sobrevivência no mercado (KLAUS, 2015, p. 13).

Estudos realizados por Padilha Júnior, Medeiros e Araújo (2006) mostram que, na Paraíba, a maior parte das empresas construtoras de edificações verticais que atua na grande João Pessoa toma suas decisões baseadas no bom senso dos seus dirigentes, evidenciando uma grande lacuna de controle gerencial nas mesmas.

Com base no que foi fundamentado acima, o projeto de extensão realizado teve foco no problema da falta de planejamento e controle das obras executadas no município de Picuí, que foi avaliada através da identificação de perdas existentes, sejam estas referentes a materiais, tempo ou dinheiro investidos, com a subsequente proposição de medidas para redução destas perdas.

Neste sentido, o objetivo do projeto foi melhorar o desenvolvimento urbano do município de Picuí a partir do planejamento e controle das obras realizadas na cidade, propondo alternativas que reduzam estes desperdícios, aprimorando aspectos de qualidade, custos e sustentabilidade da construção civil.

2 MARCO TEÓRICO

Os trabalhos de maior destaque sobre perdas na produção na indústria manufatureira foram realizados por Shingo (1996) e Ohno (1997), onde os referidos autores buscaram implementar o Sistema Toyota de Produção (STP) através da eliminação do desperdício, reduzindo custos e aumentando o valor dos produtos.

Neste sentido, Ohno (1997) define perda como o trabalho não necessário, que eleva os custos e não agregam valor ao produto final. O autor identifica sete tipos principais de perdas, que podem ser encontradas em qualquer processo, sendo estas:

- Perdas por superprodução: podem ser quantitativas, oriundas da produção além da quantidade programada ou necessária, e por superestimar a quantidade de matéria-prima para uma atividade, comprando mais do que o necessário; bem como por antecipação, decorrente da produção antes do momento necessário, provocando estoques de produtos que devem aguardar até o momento de serem comercializados.
- Perdas por transporte: são ocasionadas devido às atividades de transporte de materiais, não estando agregadas ao processamento.
- Perdas por fabricação de produtos defeituosos: produtos fabricados com deficiências na qualidade especificada ou padrão estabelecido, não satisfazendo os requisitos de aplicação. É a perda mais comum devido à sua fácil visualização no produto acabado, sendo necessário um retrabalho ou descarte do produto finalizado.
- Perdas no processamento em si: geradas a partir de atividades de processamento desnecessárias para que o produto adquira suas características funcionais, podendo ser eliminado do processo sem alterar o produto.
- Perdas por espera: ocorre devido à falta de balanceamento no processo de produção, ocasionando a parada de postos de trabalho, com consequente baixa taxa de ocupação dos equipamentos.
- Perdas por movimentação: gerada a partir dos movimentos desnecessários executados pelos operadores durante a execução das operações principais.
- Perdas por estocagem: relacionadas aos custos necessários para manter e movimentar estoques de matérias-primas, material em processamento e produtos acabados.

No setor da construção civil

O conceito de perdas é frequentemente associado apenas aos desperdícios de materiais. No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor (FORMOSO *et al.*, 1997, p. 47).

Na nova filosofia de produção, desenvolvida no STP, um processo é interpretado como um fluxo de materiais e informações desde a matéria prima até o produto final. Neste fluxo, os materiais são processados, inspecionados, movimentados ou estão em espera (SHINGO, 1996; OHNO, 1997).

Desta forma, as atividades de qualquer processo são divididas em: atividades de conversão, que resulta do processamento dos materiais em produtos acabados; e atividades de fluxo, relacionadas às tarefas de inspeção, movimento e espera dos materiais. A Figura 1 mostra as etapas do processo de produção.

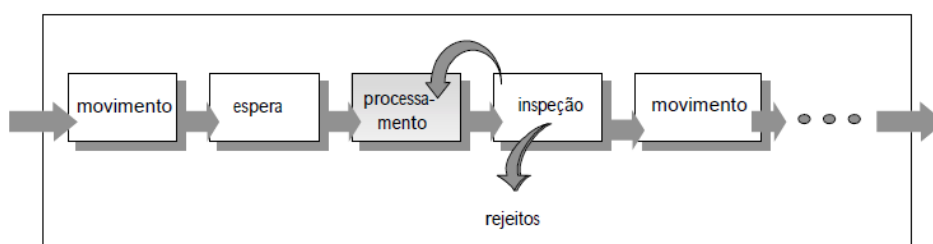


Figura 1 – Fases do processo de produção. Fonte: Koskela (1992)

As atividades de transporte espera e inspeção de materiais não agregam valor ao produto. Algumas atividades de conversão como o retrabalho também indicam a execução de uma tarefa sem agregar valor. Desta maneira Koskela (1992) afirma que a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, além da eliminação de algumas das atividades de fluxo.

3 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada no projeto de extensão foi a pesquisa-ação. Conforme Thiollent (1998), a pesquisa-ação pode enfatizar um dentre três principais aspectos, ou os três simultaneamente: resolução de problemas, aprendizagem dos participantes ou produção de conhecimento. O referido autor define pesquisa-ação como uma pesquisa social de base empírica, idealizada e executada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo onde os pesquisadores e participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Inicialmente foram escolhidas obras das construtoras parceiras do projeto atuantes na cidade de Picuí com diferentes portes e tipologias para a observação, a partir da disponibilidade das mesmas no local de realização do estudo. Esta escolha tinha por finalidade comparar lacunas de planejamento com diferentes tipologias de obra, verificando

assim se existe algum tipo com mais ou menos problemas no planejamento. Além disso, também foram acompanhadas diferentes etapas de uma mesma obra, para verificar quais as etapas possuem as principais falhas de planejamento e controle da produção.

Após a escolha das obras, foi realizado um estudo exploratório dos canteiros de obra com o intuito de obter um diagnóstico inicial da situação do planejamento e sistema logístico existente nestes canteiros. Nesta etapa foi aplicado um *checklist* em cada uma das obras escolhidas. O *checklist* é adaptado do estudo de Klaus (2015) e busca identificar os diversos tipos de perdas existentes nas obras. O resultado desse diagnóstico foi apresentado às construtoras participantes do projeto.

Depois de realizado o diagnóstico inicial das perdas encontradas em cada canteiro de obras observado, a etapa seguinte da pesquisa foi de mensuração quantitativa destas perdas em termos financeiros e de prazo da obra. Para isso utilizou-se um Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil (FORMOSO *et al.*, 1997). Os seguintes indicadores foram utilizados: perdas de materiais; espessura média de revestimentos de argamassa internos e externos; percentual de tempos produtivos, improdutivos e auxiliares; índice de retrabalho. Ao final desta etapa, a quantificação das perdas também foi exposta para os parceiros do projeto.

Posteriormente à identificação e quantificação das perdas, foram elaboradas soluções práticas e fáceis de serem aplicadas para correção dos problemas. Esta fase do estudo foi feita em conjunto com os construtores, e teve o intuito de verificar as dificuldades de modificar as práticas construtivas utilizadas atualmente. Os pesquisadores, juntamente com os parceiros, escolheram quais as soluções a serem implementadas e como sua aplicação ocorreria na obra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Escolha das obras

Foram escolhidas duas obras de pequeno porte e duas obras de médio porte que se encontravam em execução no município de Picuí-PB. No que diz respeito às obras de pequeno porte, a primeira foi um condomínio de pequeno porte e a segunda, uma residência unifamiliar de médio porte, ambas com orçamentos previstos em valores abaixo de um milhão de reais. As obras de médio porte foram: obra hospitalar, escolhida pelo fato de ser uma das de maior destaque na cidade com orçamento previsto de R\$ 1.394.386,04; refeitório do IFPB Campus Picuí com orçamento no valor de R\$ 1.307.317,76.

As fases em que as obras se encontravam na visita foram: fase de revestimento interno e coberta na primeira visita à Obra Hospitalar; fase de revestimento externo e esquadrias na segunda visita à Obra Hospitalar; fase de acabamentos, limpeza e pintura no Condomínio de Pequeno Porte; fase de acabamentos, revestimento de piso e parede na Residência Unifamiliar de Médio Porte; fase de revestimento de paredes e coberta na primeira visita ao Refeitório do IFPB; fase de revestimento de pisos na segunda visita ao Refeitório do IFPB.

4.2 Aplicação do *checklist*

Foi aplicado o *checklist* adaptado do estudo de Klaus (2015) dividido em quatro seções numeradas 1 a 4, sendo estas respectivamente: Organização do canteiro de obras; Recebimento e armazenagem dos materiais; Movimentações e transportes internos; e, Fluxo de informações. Em cada um dos itens poderiam ser marcadas as opções “SIM”, quando o questionamento feito no item é verificado, “NÃO”, caso não seja verificado, e “NÃO SE APLICA”, para quando o questionamento diz respeito a alguma situação que não acontece no canteiro de obras relativo à avaliação.

A nota de cada seção (NS) foi definida pela razão entre os pontos obtidos (PO) e os possíveis (PP) multiplicado por 10, assim sendo: $NS_n = PO/PP \times 10$. A nota geral (NG) foi obtida arável da razão entre o somatório de todas as NS (NS_i) e 4, assim sendo: $NG = \sum NS_i / 4$. Para avaliação qualitativa das seções de avaliação e da nota geral do canteiro foi considerada a seguinte escala Klaus (2015): Condições ruins ou péssimas: nota entre 0,0 e 5,0, inclusive; Condições razoáveis: nota entre 5,1 e 8,0, inclusive; Condições boas ou satisfatórias: nota acima de 8,1.

Após a aplicação dos *checklists* nos canteiros de obras estudados, as notas obtidas em cada seção encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Notas obtidas pelas obras para as quatro seções do *checklist* aplicado.

SEÇÕES ¹	OH 1	OH 2	CD	RES	RF 1	RF 2
Organização do canteiro de obras	3,33	5	2,78	4,44	5,26	5
Recebimento e armazenagem dos materiais	0,95	0,8	0,83	0,38	5,6	5,83
Movimentações e transportes internos	2,24	2,85	3,33	2,85	7,78	4,44
Fluxo de informações	2,35	2,63	0,55	1,66	5,88	5,88
MÉDIA GERAL	2,19	2,82	1,87	2,33	6,13	5,29

O diagnóstico do planejamento e controle da produção no canteiro foi realizado através de fotos e do preenchimento do *checklist*. Pelas notas obtidas na Tabela 1, constatamos que a obra do Refeitório obteve as maiores notas nas duas visitas, seguida da Obra Hospitalar em sua segunda visita. Podemos verificar que as obras de porte médio, no geral, tiveram resultados melhores do que as obras de menor porte, sendo que destas últimas, a Residência Unifamiliar apresentou uma nota maior do que a obtida na primeira visita da Obra Hospitalar. Contudo, vale salientar que seria necessário um maior número de canteiros visitados para que os resultados fossem mais representativos.

A seção que obteve menores notas foi a de recebimento de materiais na Obra Hospitalar na primeira e segunda visita, com 0,95 e 0,8 respectivamente, e também na Residência Unifamiliar (0,38), sendo a segunda menor nota nas demais obras. Apenas a obra do Refeitório apresentou condições razoáveis de planejamento. A Figura 2 mostra um exemplo da situação do armazenamento inadequado de materiais na primeira visita à Obra Hospitalar.



Figura 2 – Armazenamento inadequado de materiais na primeira visita à Obra Hospitalar. Fonte: próprio autor

¹ Onde: OH 1 = obra hospitalar na 1ª visita; OH 2 = obra hospitalar na 2ª visita; CD = condomínio; RES = residência unifamiliar; RF 1 = refeitório na 1ª visita; RF 2 = refeitório na 2ª visita.

No que diz respeito ao acompanhamento de diferentes etapas de uma mesma obra, verifica-se que a Obra Hospitalar obteve um pequeno aumento de sua nota na segunda visita, onde aconteciam as atividades de acabamentos, limpeza e pintura com relação à primeira visita que se encontrava na fase de revestimento externo e esquadrias. A Obra do Refeitório reduziu a sua nota de 6,13 na primeira visita onde aconteciam as atividades de revestimento de paredes e coberta para 5,29 na segunda visita que foi realizada na fase de revestimento de pisos.

A Figura 3 apresenta um resumo da distribuição dos tipos de perdas obtidas pela aplicação do *checklist* de Klaus (2015), o resultado confirma o recebimento e armazenagem de materiais e o fluxo de informações como sendo os aspectos mais relevantes para os resultados de ocorrência de perdas na produção.

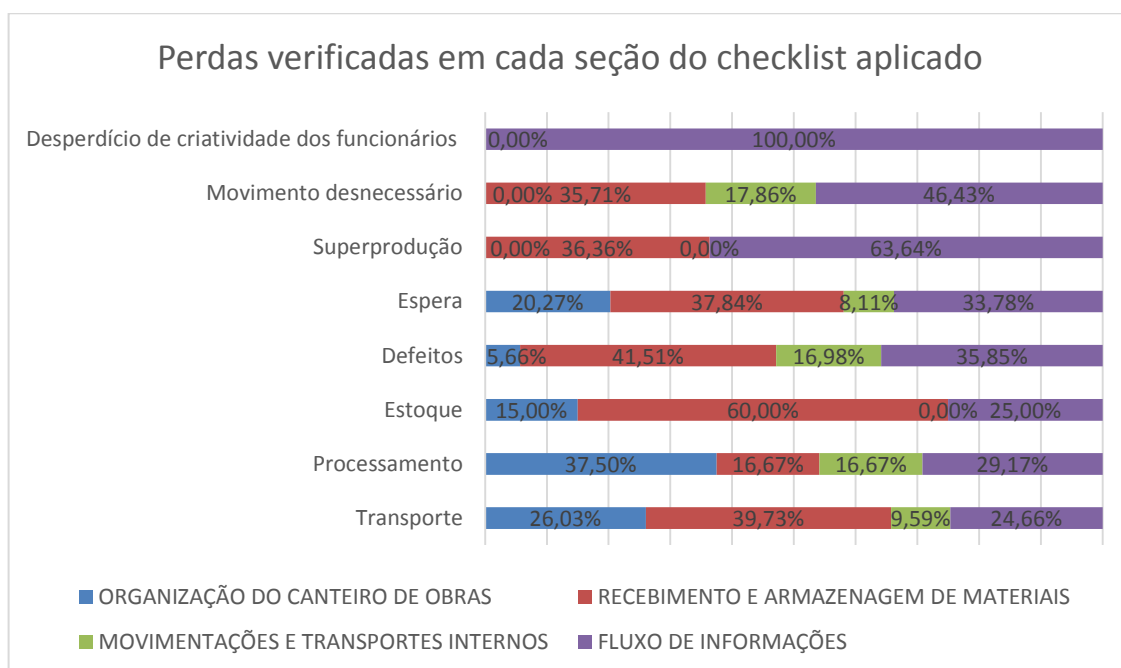


Figura 3 – Distribuição dos tipos de perdas por seção de avaliação na aplicação do *checklist*. Fonte: Klaus (2015)

4.3 Mensuração quantitativa das perdas

A mensuração das perdas encontra-se ainda em andamento, visto que as obras continuam sendo executadas.

A partir do Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil, foram mensuradas algumas perdas, sendo estas: perdas de materiais; espessura média de revestimentos de argamassa internos e externos.

As principais perdas de materiais foram constatadas para: aço (devido à falta de um plano de corte e dobra do aço nos canteiros estudados); argamassa (causado pela correção de prumo da parede no revestimento); tijolo furado (ocasionado pela quebra do tijolo para a execução da alvenaria e, posteriormente, para colocação das instalações elétricas e hidráulicas); concreto (devido ao *modus operandi* de concretagem de vigas, lajes e pilares); areia (provocado pela ausência de baias para armazenamento do material); e madeira (devido à falta de reaproveitamento da mesma).

A perda de materiais por argamassa incorporada ao revestimento para correção de paredes foi quantificada na obra visitada do refeitório. A parede com maior perda de material possuía dimensões de 3,38x3,36m com o desconto da porta de 1,35x2,00 m, totalizando 8,4813m², onde a espessura média prevista para o revestimento da mesma era de 3cm e a espessura real da parede executada foi entre 4,5 e 5 cm. Desta forma, utilizando um revestimento médio de 4,75cm, a perda de argamassa foi de aproximadamente 0,1484m³. É importante ressaltar que as perdas de materiais não prejudicam apenas o custo final da obra (que geralmente é mais elevado do que o estimado inicialmente), mas também resultam em impactos negativos ao meio ambiente.

Com relação ao indicador de índice de retrabalho, os pesquisadores entrevistaram o mestre de obras do Refeitório do IFPB e este afirmou que até o momento não houve retrabalhos no canteiro.

O indicador do percentual de tempos produtivos, improdutivo e auxiliares não pode ser mensurado, visto que demanda uma grande quantidade de tempo nas obras para cronometrar o andamento dos trabalhos executados pelos operários.

4.4 Soluções sugeridas para redução de perdas nos canteiros e consequente melhoria do planejamento

Inicialmente, para a redução das perdas referentes ao item de organização do canteiro de obras, os pesquisadores sugeriram a aplicação da ferramenta de qualidade dos “5S”. Esta ferramenta visa extinguir do meio no qual é implantado fatores que causem desperdício, desorganização e elementos similares, sempre se apoiando nos cinco pilares que o sustentam e o nomeiam, os 5 sentidos: senso de utilidade, senso de organização, senso de limpeza, senso de segurança e senso de autodisciplina.

Tal ferramenta foi adotada na obra Residencial, com êxito na melhoria da limpeza do canteiro, conforme mostra a Figura 3.



Figura 4 – Entrada principal de pessoas e materiais no canteiro antes e depois da aplicação da ferramenta 5S. Fonte: Medeiros Júnior *et al.*, 2016

Problemas relacionados a movimentações e transportes internos podem ser melhorados a partir de um mapeamento do fluxo das atividades, de forma que sejam verificadas quais as atividades que agregam ou não valor ao produto. Neste caso, atividades como o transporte de materiais podem ter algumas de suas perdas reduzidas com um ajuste no layout do canteiro de obras, especialmente no que diz respeito à redução da longa distância do almoxarife ao local de execução das tarefas, como foi constatado em algumas obras. O mapeamento do fluxo das atividades foi realizado na obra do Refeitório, porém não foram sugeridas mudanças.

A Figura 5 mostra o mapeamento da atividade de assentamento cerâmico. Com base nesta figura, podemos observar a realização de apenas 7 atividades de conversão, que agregam valor, numa totalidade de 44 atividades de fluxo, portanto, existiam 37 atividades que não agregavam valor, gerando apenas perdas para o processo.

Neste caso, identificou-se todo o trajeto dos materiais utilizados, sendo estes o rejunte, a cerâmica, a argamassa colante, a água, o cimento, a areia e a caixa de embutidos. A partir do fluxograma e da observação direta do andamento dos trabalhos, constatou-se que a perda de maior destaque estava relacionada ao transporte e descarregamento dos materiais, devido à distância do local dos serviços ao almoxarifado, onde a maior parte da matéria-prima e das ferramentas era armazenada. O percurso para pegar estes itens e iniciar a atividade era bastante longo, mensurado em mais de 50 metros de distância.

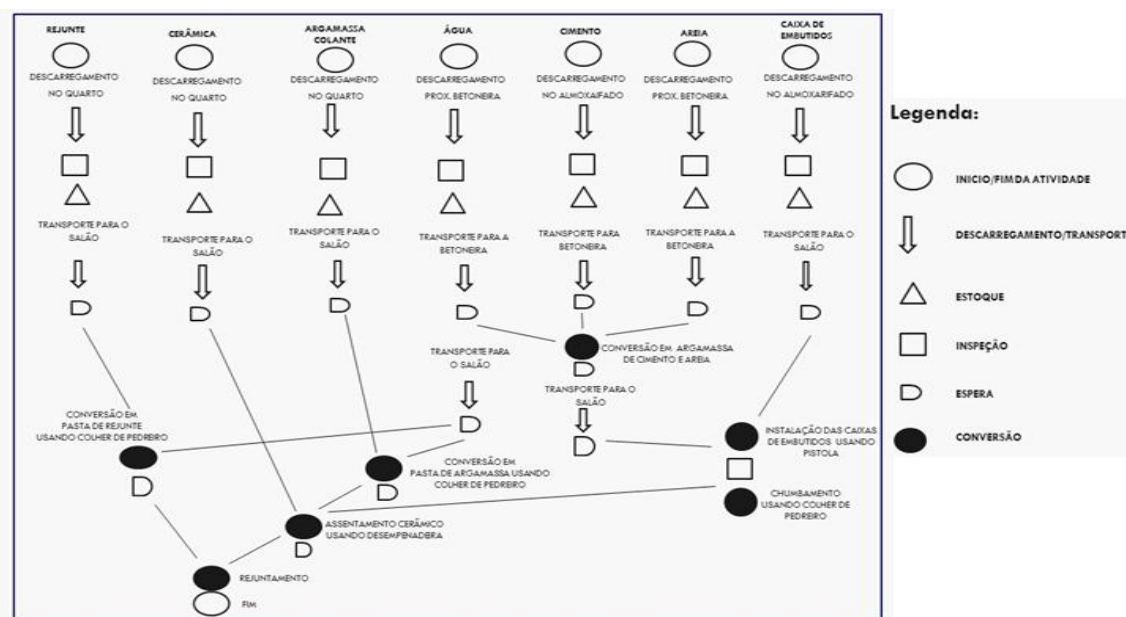


Figura 5 – Fluxograma de processos para a realização do assentamento cerâmico.

Na seção do *checklist* de Klaus (2015) referente ao fluxo de informações, uma das soluções sugeridas para combater os problemas existentes foi a realização de reuniões frequentes entre engenheiros, empreiteiros, prestadores de serviços e operários. De acordo com Klaus (2015), esta é uma boa forma de promover a participação e integração dos agentes, onde todos podem conhecer melhor as limitações, necessidades e insatisfações de acordo com as partes interessadas, para se ter uma visão holística do sistema.

Outra sugestão dada para os gestores das obras foi a realização de coleta seletiva dos entulhos gerados nos canteiros. Embora tal medida não reduza as perdas, que no caso já teriam ocorrido, ela auxilia o reaproveitamento dos materiais, além de melhorar a conscientização dos construtores com relação ao meio ambiente. Tal sugestão ainda não foi adotada nas obras acompanhadas.

5 CONCLUSÕES

O projeto de extensão teve como objetivo realizar uma melhoria do desenvolvimento urbano do município de Picuí a partir do planejamento e controle das obras realizadas na cidade, buscando identificar as principais causas de perdas de materiais, tempo e dinheiro investidos, e propondo alternativas que reduzam estes desperdícios, de forma a aprimorar aspectos de qualidade, custos e sustentabilidade da construção civil.

A ferramenta de Klaus (2015) utilizada se mostrou bastante útil, uma vez que os gestores das construtoras podem direcionar seus esforços para solucionar os problemas de planejamento a partir das perdas encontradas em cada etapa do *checklist*. Neste sentido, melhorias já foram sugeridas e aplicadas em algumas obras com sucesso.

O estudo reforça também a necessidade de melhoria do planejamento e controle de obras, tornando-a uma atividade comum no setor da construção que se encontra tão atrasado quando comparado a outras indústrias.

URBAN DEVELOPMENT IMPROVEMENT IN THE PICUÍ MUNICIPALITY: A FOCUS ON WASTE REDUCTION THROUGH BUILDING PLANNING AND CONTROL

ABSTRACT

It presents the result of a research carried out that had the objective of improving the urban development of the Municipality of Picuí from the planning and control of the works carried out in the city. After the choice of the works, an exploratory study of the construction sites was carried out with the purpose of obtaining an initial diagnosis of the situation of the planning and logistic system existing in these beds; As a purpose to identify the main causes of loss of materials, time and money invested was applied a checklist in each of the chosen works. The results found showed that the conditions found in the study site were bad or bad. After the identification and quantification of the losses, practical and easy-to-apply solutions were developed to correct the problems and presented to the constructors participating in the project.

Keywords: Construction. Production management. Checklist.

NOTA

Agradecemos inicialmente à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura do IFPB e direção do *Campus* Picuí pelo financiamento do projeto de extensão através do Edital n.º 005/2016, além dos parceiros sociais, representados pela Secretaria de Infraestrutura de Picuí e pela Construtora Gonzaga e Azevedo Construtora LTDA, que disponibilizaram as visitas realizadas aos canteiros de obra do município.

REFERÊNCIAS

- FORMOSO, C. T. et al. Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. Egatea. **Revista da Escola de Engenharia da UFRGS**, Porto Alegre, RS, v. 25, n. 2, p. 45-53, 1997.
- KLAUS, G. B. **Sistemas logísticos em canteiros de obras de edificações: avaliação e diretrizes para planejamento, implementação e controle**. 2015. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – UFRGS, Porto Alegre, 2015.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA: CIFE, 1992.
- MEDEIROS JÚNIOR, J.O. *et al.* Implantação do sistema de qualidade “5S” em canteiros de obras: um estudo exploratório no município de Picuí-PB. CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO (CONNEPI), 11., 2016, Maceió, AL. **Anais...** Maceió, AL: IFAL, 2016.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre, RS: Bookman, 1997.
- PADILHA JÚNIOR, M. A.; MEDEIROS, A. P. T.; ARAÚJO, N. M. C. Proposta de planejamento e controle gerencial para pequenas empresas de construção civil de João Pessoa. ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, CE, 2006.
- RODRIGUES, Erik Camargo; SILVA, Juraci Ribeiro da. Gestão de resíduos de construção cívil: uma abordagem ambiental. **Curso de Especialização em Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. Limeira, SP: UNICAMP, 2012.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**. Porto Alegre, RS: Bookman, 1996.
- SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obra**. 2010. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 1998.