

Diagnóstico inicial da situação do planejamento e controle de obras realizadas no município de Picuí através da identificação das principais causas de perdas de materiais, tempo e dinheiro investidos

Joseph Hakkinen Alves Santos – Instituto Federal da Paraíba. E-mail: novocinema@hotmail.com
Camila Campos Gómez Famá – Instituto Federal da Paraíba. E-mail: camilafama@yahoo.com.br

Resumo

A indústria da construção civil, responsável por grande parte do consumo da matéria-prima existente no planeta, é uma das maiores produtoras de resíduos que impactam de forma negativa o meio ambiente. Neste sentido, a falta de planejamento e controle da sua produção é uma das principais causas para a ocorrência de perdas no setor. Essa deficiência gera outros problemas tais como a baixa produtividade no setor e qualidade inferior de seus produtos. Buscando a melhoria do planejamento e controle de obras realizadas no município de Picuí, a pesquisa realizou um diagnóstico da situação deste planejamento através de um *checklist* que tinha como finalidade identificar as principais causas de perdas de materiais, tempo e dinheiro investidos. Os resultados encontrados mostraram que as condições encontradas no canteiro estudado eram ruins ou péssimas, além de apontar os aspectos que poderiam ser melhorados.

Palavras-Chaves:

Planejamento e controle da produção, perdas, construção civil.

1. Introdução

As ações do homem no ambiente vêm transformando, a cada dia, o espaço que ele habita. Entende-se que toda a intervenção deve estar apoiada em conceitos que priorizem a manutenção das condições naturais com o objetivo de promover uma ocupação que permita a conservação de recursos e proporcione condições para o pleno desenvolvimento humano (DALL’ASTA, 2014).

Em consequência das áreas naturais modificadas, do desenvolvimento das cidades e das respostas do meio natural às agressões sofridas, o homem começou a entender a importância do ambiente natural em sua vida e valorizá-lo. À medida que o ser humano se aglomera em grandes centros urbanos, valoriza áreas naturais de valor cênico, como fonte de lazer, saúde e bem estar, sendo assim a relação do homem com a paisagem torna-se mais estreita e consciente (MARENZI, 1996).

Neste sentido, a indústria da construção consome grande parte da matéria-prima existente, sendo também responsável por grande parte da produção dos resíduos que provocam impactos nocivos ao ambiente (SATTLER, 2003). Costa e Rosa (2002) apontam o desperdício nos canteiros como um dos grandes problemas do setor da construção civil citando como uma dentre suas principais causas a deficiência no planejamento logístico, que eleva o custo das obras visto que acrescenta etapas na produção que não agregam valor à obra.

Formoso et al. (1999) e Alves (2000) destacam que a falta de planejamento é uma das principais causas para a ocorrência de perdas na construção, sendo fundamental o desenvolvimento de estudos para a melhoria do desempenho neste processo.

Além do desperdício de materiais e elevadas perdas, com a conseqüente geração de resíduos, as falhas no planejamento e controle da produção também geram outros problemas na construção civil, como baixa produtividade no setor e qualidade inferior de seus produtos (TOMMELEIN, 1999; FERNÁNDEZ-SOLIS, 2007; SOMMER, 2010).

Hajdasz (2014) enfatiza também o elevado grau de incerteza no setor como um problema relacionado aos projetos da construção. De acordo com o autor, tais projetos frequentemente envolvem a gestão de uma diversidade de informações e de um tratamento de dados imprecisos. Estas incertezas são causadas por diversos fatores, dentre eles fatores ambientais, erros de projeto, mudanças de escopo, falta de informações, falhas na comunicação e atraso na entrega de materiais.

Contudo, embora o planejamento e controle estejam diretamente relacionados à melhoria da eficiência e eficácia da produção, autores apontam a existência de um elevado número de problemas durante sua implantação, gerando um baixo desempenho das empresas neste quesito (BALLARD, 2000; BERNARDES, 2001).

Akkari (2003) e Sommer (2010) afirmam que diversas pesquisas foram realizadas no intuito de adaptar conceitos de gestão da produção desenvolvidos em outras indústrias para o setor da construção civil, dentre elas o planejamento e controle da produção. Entretanto, o progresso com técnicas não acabou com a insatisfação com a sua aplicação e com os resultados obtidos.

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

As novas práticas buscam maior eficácia técnico-econômica, enfatizando aspectos como o consumo de materiais, diminuição de prazos de execução, aumento da produtividade e minimização da mobilização de recursos, tendo como finalidade a sobrevivência das empresas no mercado (KLAUS, 2015).

Laufer (1999) também cita diversos fatores que justificam a importância do planejamento, sendo eles:

- A melhor compreensão dos objetivos, aumentando a possibilidade de atingi-los;
- A definição dos trabalhos necessários para capacitar cada participante do empreendimento a identificar e planejar suas atividades;
- A melhoria no desempenho da produção através da consideração e análise de processos alternativos;
- O aumento da velocidade de resposta para mudanças futuras;
- Os padrões estabelecidos para monitorar, revisar e controlar a execução do empreendimento;
- A experiência acumulada no gerenciamento que pode ser explorada em um processo de aprendizagem sistemático;
- A avaliação do impacto das decisões atuais evita erros em futuros projetos;

- O desenvolvimento de uma referência básica para um processo de orçamentação e programação.

Os primeiros estudos de modelos de planejamento na construção envolveram duas técnicas de redes utilizadas em diversas indústrias no planejamento e controle de projetos e denominadas como Program Evaluation and Review Technique (PERT) e Critical Path Method (CPM) (AZARON et al., 2006).

Contudo, o sucesso da aplicação deste modelo tem sido bastante limitado devido à sua dependência de certos pressupostos que desconsideram a complexidade dos projetos ao longo do tempo e sua demanda crescente por recursos (HALL, 2012), além da falta de treinamento de profissionais e consequente desmotivação dos mesmos, a incerteza e desorganização da produção (BALLARD, HOWELL, 1997).

Apesar das limitações das técnicas de redes, Akkari (2003) afirma que as mesmas estão entre as técnicas mais utilizadas, principalmente devido a disseminação de alguns pacotes computacionais para o planejamento e controle de empreendimentos, dentre eles podemos citar o MSProject.

Posteriormente, novos avanços foram obtidos no planejamento e controle da produção através de técnicas associadas a uma nova filosofia de produção. Este novo conceito foi desenvolvido a partir do Sistema Toyota de Produção (STP) e aplicado na construção por Koskela (2000) para aprimorar a eficiência dos processos no setor, além de reduzir suas perdas, melhorando a eficiência das atividades de conversão e de fluxo e eliminando de algumas das atividades de fluxo.

Entretanto, de acordo com Formoso et al. (1996), as atividades de fluxo são frequentemente negligenciadas no processo de produção de edificações. Não sendo devidamente analisadas nas tarefas de orçamento e planejamento e nas iniciativas de melhorias de processo. O esforço para melhoria do desempenho na construção civil deve considerar, portanto, o conceito mais amplo de perdas, visando à minimização do desperdício de quaisquer recursos que não agregam valor ao produto.

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo principal de buscar melhorias para o planejamento e controle da produção na indústria construtiva do município de Picuí a partir da compreensão dos fatores que levam às falhas existentes na execução de obras na cidade da pesquisa e de como combatê-los.

2. Fundamentação teórica

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. 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; bem como por antecipação, decorrente da produção antes do momento necessário;

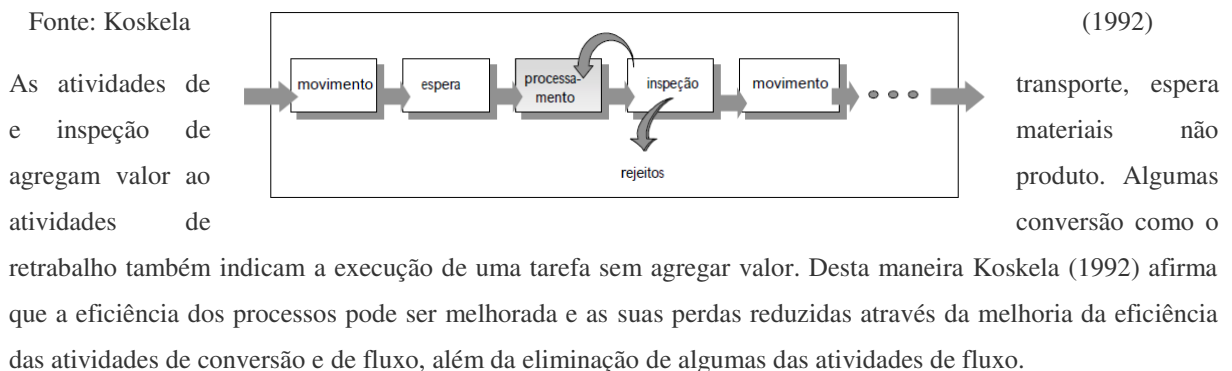
- Perdas por transporte: são ocasionadas devido às atividades de transporte de materiais, não estando agregadas ao processamento;
- Perdas por fabricação de produtos defeituosos: produtos fabricados com deficiências na qualidade especificada ou padrão estabelecido, não satisfazendo os requisitos de aplicação;
- 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 conseqüente 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 não é frequentemente associado apenas aos desperdícios de materiais. Entretanto, as perdas também 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. Desta maneira, 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., 1996).

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.



3. Metodologia

A estratégia de pesquisa utilizada neste trabalho, quanto aos seus objetivos, foi a pesquisa exploratória. Tal estratégia foi escolhida devido ao fato de que os pesquisadores buscavam entender como o planejamento e

controle de obras era realizado pelas construtoras no município de Picuí a partir das informações adquiridas através dos dados coletados.

De acordo com Gil (1999), a pesquisa exploratória é desenvolvida com a finalidade de proporcionar uma visão geral a respeito de determinado fato. Além disso, Richardson (1999) afirma que a mesma procura conhecer as características de um fenômeno para buscar explicações das suas causas e consequências. Desta forma, esse tipo de pesquisa é realizado principalmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

Andrade (2002) enfatiza que as principais finalidades da pesquisa exploratória são: fornecer informações detalhadas sobre o assunto que vai ser investigado; facilitar a delimitação do tema da pesquisa; guiar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses; ou descobrir um novo tipo de enfoque sobre o problema estudado. Portanto, é apropriada para os primeiros estágios da investigação, quando a familiaridade, o conhecimento e a compreensão do fenômeno por parte do pesquisador são insuficientes ou inexistentes e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis (GIL, 1999).

A pesquisa foi realizada no município de Picuí que se localiza na Mesorregião Geográfica da Borborema e Microrregião do Seridó Oriental Paraibano, fazendo divisa com a Microrregião do Curimataú Ocidental. A construção civil na cidade de Picuí se caracteriza pelo desenvolvimento de obras de pequeno porte como casas e pequenas edificações, além de obras de maior destaque como a reforma e ampliação do Hospital Regional de Picuí, a restauração e pavimentação da rodovia PB-177, nos trechos que interligam as cidades de Soledade-Picuí e Frei Martinho-Picuí, e a construção e ampliação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB (FAMÁ, SANTOS, 2013).

A pesquisa faz parte da primeira fase de um estudo sobre o planejamento e controle de obras no município de Picuí – PB que tem como objetivo principal a melhoria do planejamento e controle das obras realizadas no município de Picuí através da identificação das principais causas de perdas de materiais, tempo e dinheiro investidos, propondo alternativas que reduzam estes desperdícios, aprimorando aspectos de qualidade, custos e sustentabilidade da construção civil.

Nesta etapa foi aplicado um *checklist* adaptado do estudo de Klaus (2015) que busca identificar os diversos tipos de perdas existentes nas obras. De acordo com Klaus (2015), o *checklist* foi elaborado com o intuito de ser uma ferramenta sintética para avaliação das condições do sistema logístico no canteiro de obras, sendo facilmente preenchido a partir de uma conversa com o mestre de obras ou engenheiro responsável, ou até mesmo pela observação direta do pesquisador no canteiro.

O *checklist* é uma maneira sucinta e direta de sintetizar os pontos relacionados com o sistema logístico do canteiro de obras e complementá-los com o intuito de formar uma ferramenta exclusivamente direcionada para avaliar os aspectos logísticos da produção nos canteiros de obra de edificações (KLAUS, 2015).

4. Resultados

4.1. 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 através 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):

- a) Condições ruins ou péssimas: nota entre 0,0 e 5,0, inclusive;
- b) Condições razoáveis: nota entre 5,1 e 8,0, inclusive;
- c) Condições boas ou satisfatórias: nota acima de 8,1.

Após a aplicação do *checklist* no canteiro de obras estudado, as notas obtidas em cada seção foram as seguintes: Organização do canteiro de obras, 3,33; Recebimento e armazenagem dos materiais, 0,95; Movimentações e transportes internos, 2,24; Fluxo de informações, 2,35. Fazendo a média aritmética das notas, obtemos a média de 2,19. Desta forma, esta obra se enquadra na condição de ruim a péssima, onde os valores variam de 0,0 a 5,0. Nenhuma das seções obteve condições razoáveis (nota entre 5,1 e 8,0).

4.2. Diagnóstico do planejamento e controle da produção

O diagnóstico do planejamento e controle da produção no canteiro foi realizado através de fotos e do preenchimento do *checklist*. O canteiro visitado pelo pesquisador foi de uma obra hospitalar que encontra-se no município de Picuí – PB (Foto 1). A obra foi escolhida pelo fato de ser uma das de maior destaque na cidade com orçamento previsto de R\$ 1.394.386,04. No momento da visita a mesma encontrava-se na fase de execução da cobertura.

Foto 1: Canteiro de obra da pesquisa em Picuí-PB.



Fonte: Autores.

Na seção 1 do *checklist*, referente à organização do canteiro de obras, foram verificados problemas como a falta de um local estabelecido para o depósito de entulhos, além da separação por tipo que não era realizada, como podemos constatar na Foto 2. Constatamos, portanto, perdas por processamento e transporte, visto que as empresas coletoras de entulho e os aterramentos exigem a separação por tipo de material.

Foto 2: Ausência de separação dos entulhos por tipo.



Fonte: Autores.

Na seção 2, referente ao recebimento e armazenamento de materiais, foram detectadas irregularidades no armazenamento dos materiais, como a disposição das barras de aço no solo, mostrando a falta de proteção desse material contra intempéries e umidade, além da falta de separação do mesmo por diâmetros (Foto 3). Neste caso, pode ocorrer uma perda por estocagem, além do prejuízo na sua qualidade.

A terceira seção, relacionada à movimentação e transportes internos, apresentou problemas tais como falta de treinamento dos profissionais responsáveis pela operação dos equipamentos de transporte e falta de recomendações quanto às operações de transporte e movimentação dos materiais na obra, resultando em perdas por espera, transporte, processamento, defeitos. Isto ocorre visto que as atividades de transporte podem não ser executadas da melhor maneira, resultando em maiores tempos gastos, excesso de movimentações e danos aos materiais transportados.

Na seção 4, referente ao fluxo de informações, verificou-se que não existiam planilhas ou sistemas para controle de estoque. O planejamento das atividades logísticas também não era realizado pela gerência, além da inexistência de um cronograma de aquisição de materiais ao longo das etapas na obra, etc. Desta maneira, eram geradas perdas por superprodução, espera estoque, transporte, movimento desnecessário, processamento, defeitos. Esta etapa mostrou que o despreparo da empresa também estava relacionado aos gestores da obra.

Foto 3: Armazenamento das barras de aço.



Fonte: Autores.

Embora não estivesse presente no *checklist*, também foram constatadas várias situações onde a segurança do trabalhador era precária, inclusive em alturas susceptíveis a acidentes graves (Foto 4). Tal fato também pode ser considerado como um exemplo da falta de planejamento no canteiro, visto que o acidente de trabalho também atrapalha a produtividade em obras, além de acarretar prejuízos morais e financeiros à empresa.

Foto 4: Trabalhador sem segurança adequada trabalhando em altura



Fonte: Autores.

5. Conclusões

A presente pesquisa teve como objetivo realizar um diagnóstico do planejamento e controle de obras realizadas no município de Picuí. Neste sentido, os pesquisadores aplicaram um *checklist* desenvolvido por Klaus (2015) buscando identificar as principais causas de perdas de materiais, tempo e dinheiro investidos.

O estudo mostrou que o canteiro de obras pesquisado obteve uma nota final de 2,19, valor este muito aquém do encontrado por Klaus (2015) de 6,60. A nota mais baixa obtida foi na seção 2, de recebimento e armazenagem dos materiais. Problemas encontrados neste caso podem ser resolvidos com soluções simples e de baixo custo como disposição de baias para o armazenamento de areia e pedra, proteção dos materiais contra intempéries e umidade, etc.

O *checklist* também aponta uma deficiência por parte da administração em identificar previamente um fluxo de informações para a obra a ser executada. Verifica-se, portanto, que não só os funcionários da obra necessitam de um treinamento, mas também os próprios gestores da empresa.

A ferramenta utilizada se mostrou bastante útil, visto que os gestores podem direcionar seus esforços para solucionar os problemas de planejamento a partir das perdas encontradas em cada etapa do *checklist*. Entretanto, vale salientar que o roteiro ainda possui algumas lacunas, como é o caso da segurança do trabalho, que não é abordada pelo mesmo. Desta forma, uma sugestão para trabalhos futuros é que uma nova seção seja incluída com as perdas referentes à falta de segurança nos canteiros.

A pesquisa reforça ainda 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.

6. Referências

AKKARI, A. M. P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MSProject**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ALVES, T. C. L. **Diretrizes para gestão dos fluxos físicos em canteiros de obra: proposta baseada em estudo de caso**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

ANDRADE, M. M. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

AZARON, A., et al. A multi-objective resource allocation problem in PERT networks. **European Journal of Operational Research**, 172(3), pp. 838–854, 2006.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. 192 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, 2000.

BALLARD, G. HOWELL, G. Implementing Lean Construction: stabilizing work flow. In: ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

COSTA, M. L. da S.; ROSA, V. L. do N. **5S no Canteiro**. 3. Ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002.

DALL'ASTA, E. **Crescimento populacional e sustentabilidade das cidades: em busca de um modelo conceitual para o planejamento urbano**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FAMÁ, C. C. G.; SANTOS, H. M. **Análise de Acidentes e Nível de Informalidade dos Trabalhadores da Construção na Cidade de Picuí-PB.** In: V Encuentro Latino Americano de Gestión Y Economía de la Construcción – ELAGEC. Cancún, México. Anais, 2013.

FERNÁNDEZ-SOLIS, J.F. (2007). The Systemic Nature of the Construction Industry. **CIB World Building Congress**, 2007, p: 1598-1625. Disponível em: <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB5266.pdf>, acesso em 15 de fevereiro de 2016.

FORMOSO, C. T. et al. Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. São Paulo, **Revista Techne**, Ed. Pini, v. 23, p. 30-33, 1996.

FORMOSO, C. T. et al. **Termo de Referência para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

HAJDASZ, M. Flexible management of repetitive construction processes by an intelligent support system. **Expert Systems with Applications**. v. 41, n. 4, p. 962-973, 2014.

HALL, N. G. Project Management: Recent Developments and Research Opportunities. **Journal of Systems Science and Systems Engineering**. Volume 21, Issue 2, pp. 129-143, June, 2012.

KLAUS, G. B. **Sistemas Logísticos em Canteiros de Obras de Edificações: Avaliação e Diretrizes para Planejamento, Implementação e Controle.** 2015. Trabalho de Diplomação (Engenheiro Civil) – Escola de Engenharia; Departamento de Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, EUA, CIFE, 1992. Technical Report 72.

KOSKELA, L. An exploration towards a production theory and its application to construction. VTT Publications 408. Espoo, **VTT Building Technology**, 296 p., 2000.

LAUFER, A. Essentials of Project Planning: Owner's Perspective. **Journal of Management in Engineering**. ASCE, Vol. 6, N. 2, p. 162-176, 1990.

MARENZI, R. C. **Estudo da Valorização da Paisagem e Preferências Paisagísticas no Município da Penha-SC.** Dissertação de Mestrado, Curitiba, 1996, 119p.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Bookman, Porto Alegre, 1997.

RICHARDSON, R. **Pesquisa Social.** Capítulo 6. São Paulo: Ed. Atlas, 3a Ed. 1999.

SATTLER, M. A. Edificações e comunidades sustentáveis: atividades em desenvolvimento no NORIE / UFRGS. IV Seminário Iberoamericano da Rede CYTED. **Anais...** v. 2, p. 219-232. São Paulo, 2003.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**. Bookman, Porto Alegre, 1996.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obra**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 8. Ed. São Paulo: Cortez, 1998.

TOMMELEIN, I. D. Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Trade Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, September/October, 1999, pp:304- 310.