

**POR ONDE INICIAR NA IMPLEMENTAÇÃO DAS MODERNAS PRÁTICAS DE  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO?**

**Aguinaldo dos Santos**

(1) Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil,  
asantos@cesec.ufpr.br

**RESUMO**

No processo de definição das ações prioritárias para o desenvolvimento da função produção existem claramente três paradigmas de pensamento. O primeiro defende a noção de que há uma evolução natural da função produção segundo patamares de maturidade gerencial e tecnológica. O segundo envolve a noção de que é preciso foco estratégico em uma ou duas variáveis competitivas. O terceiro paradigma caracteriza-se pela noção de que a função produção deve ser voltada para atingir a excelência em todas as variáveis competitivas. Os seis estudos de caso realizados no Brasil e Inglaterra sugerem que níveis de performance mais elevados eram obtidos quando havia maior nível de integração e foco das replicações teóricas observadas. Contudo, os estudos de caso com maior nível de performance apresentavam um número baixo de replicações relacionadas aos princípios da “redução da variabilidade” e da “melhoria contínua”. A desconsideração do desenvolvimento destes patamares básicos de maturidade gerencial e tecnológica implicava em um nível de desempenho sub-ótimo, ou seja, não se obtinha o potencial de performance disponível nos sistemas de produção observados. Defende-se assim, pela necessidade de realizar esforços no sentido de consolidar os fundamentos básicos na função produção como forma de evitar trade-offs entre variáveis competitivas.

Palavras-chave: construção enxuta, estratégia de produção, aprendizado

## 1 INTRODUÇÃO

Aqueles envolvidos na implementação dos modernos princípios e conceitos da engenharia de produção na construção civil freqüentemente se deparam com o questionamento sobre qual o ponto de partida. São várias as conceitos, princípios e práticas heurísticas discutidas na literatura e presentes entre as empresas mais competitivas a nível global. Dentre todas estas abordagens fica a dúvida sobre qual, ou quais, a prática mais adequada para contribuir no aumento da competitividade e solução de problemas de operação de uma determinada empresa.

Na busca por idéias sobre o ponto de partida no aprimoramento de sistemas de produção é fundamental entender profundamente a dinâmica e a filosofia de todo o sistemas de produção que originou determinada idéia. Este entendimento envolve entender os conceitos, princípios e práticas heurísticas que fundamentam estes sistemas. O entendimento apenas parcial de uma determinada prática de produção pode resultar na falha em replicar tal prática. Isto é extremamente relevante pois muitas das melhores práticas de engenharia de produção descritas na literatura são originadas de sistemas coesos, onde cada prática é apoiada por outras práticas complementares. O pleno entendimento da dinâmica do Sistema Toyota de Produção, por exemplo, depende tanto do adequado entendimento do *modus operandis* de cada uma de suas práticas isoladas como da maneira como estas práticas se inter-relacionam. A mesma regra se aplica a sistemas de produção já bastante debatidos como o da empresa Volvo ou o sistema de produção concebido por Henry Ford (Santos, 1999).

Apesar da necessidade de entendimento holístico dos sistemas de produção os autores neste campo do conhecimento freqüentemente segmentam teoria e prática como didática de explicar seus postulados. Encontra-se, por exemplo, livros inteiros tratando da concepção de mecanismos a prova de erro (*poka-yoke*) sem em nenhum momento mencionar práticas relacionadas como célula de manufatura ou kanban. Esta descrição segmentada é satisfatória para aqueles casos onde o profissional já têm suficiente entendimento da dinâmica do sistema produtivo de onde se originou a prática descrita. Contudo, este nem sempre é o caso e, como decorrência, é repassado aos profissionais interessados a difícil tarefa de estabelecer uma conexão lógica entre as práticas descritas na literatura.

No processo de definição das ações prioritárias para o desenvolvimento da função produção existem claramente três paradigmas de pensamento sob o ponto de vista estratégico. O primeiro defende a noção de que há uma evolução natural da função produção segundo patamares de maturidade gerencial e tecnológica. O segundo envolve a noção de que é preciso foco estratégico em uma ou duas variáveis competitivas. O terceiro paradigma caracteriza-se pela noção de que a função produção deve ser voltada para atingir a excelência em todas as variáveis competitivas. Neste contexto *qual seria a abordagem mais correta para definir o início ou a progressão da implementação dos modernos princípios e conceitos de engenharia de produção na construção?* A pesquisa descrita a seguir procura provocar a reflexão de profissionais da indústria e acadêmicos acerca desta pergunta.

## 2 PARADIGMAS PARA DEFINIÇÃO DO FOCO DAS AÇÕES NO SISTEMA DE PRODUÇÃO

### 2.1 PARADIGMA DO “FOCO ESTRATÉGICO”

A literatura de estratégia de produção, em sua corrente mais tradicional, recomenda o foco das decisões em uma ou duas variáveis competitivas (custo, qualidade, flexibilidade, tempo). Os autores que defendem esta estratégia justificam tal recomendação principalmente devido à necessidade de se

obter foco, consistência e coerência das decisões na função produção em relação às necessidades do negócio (Skinner, 1992; Stalk, Evans & Shulman, 1992). Uma empresa adotando este paradigma de pensamento poderia, por exemplo, focar suas ações somente na variável competitiva “tempo”. As decisões estratégicas contemplariam então aspectos tais como prazo de entrega das etapas de uma obra, velocidade de resposta a reclamações de clientes ou busca da redução do tamanho de lotes junto a fornecedores.

Um dos problemas centrais deste ponto de vista é o entendimento de que as relações de compromisso entre variáveis competitivas são fixas (*trade-off*). Em outras palavras, pessoas adotando este paradigma assumem que a melhora na performance de uma variável (ex: custo) competitiva implica na alteração do desempenho de outra variável competitiva (ex: qualidade). Embora nem sempre formalmente admitido, este paradigma permeia as decisões estratégicas, táticas e operacionais de muitos gerentes na construção civil

## **2.2 O PARADIGMA DA BUSCA PELA “EXCELÊNCIA”**

Os autores que criticam o paradigma do “trade-off” argumentam que é possível organizações serem excelentes em diferentes variáveis competitivas ao mesmo tempo (Jackson, Stoltman & Taylor, 1994; Schonberger, 1986). Mapes, New & Szwejczewski (1997), por exemplo, investigaram a validade do paradigma da noção de “trade-off” entre 782 empresas britânicas que concorreram ao Prêmio Melhor Fábrica (*Best Factory Award*). Um dos principais resultados daquele estudo foi que havia ausência de “trade-offs” entre as melhores empresas e, ainda, boa performance em uma variável competitiva freqüentemente levava à melhora em outras variáveis competitivas.

Infelizmente, o paradigma do “trade-off” é resiliente como mostra o estudo de Reitsperger & Daniel (1991). Comparando gerentes americanos com gerentes japoneses eles identificaram que proposições relacionadas à melhoria da “qualidade” ainda mostravam a noção de que havia um necessário impacto no “custo” do produto final. Reitsperger & Daniel (1991) mostram em sua análise que esta noção era mais significante nos níveis hierárquicos mais inferiores das empresas estudadas, justamente as pessoas envolvidas com a implementação de programas de qualidade total.

Apesar do apelo intuitivo do paradigma do “trade-off”, fica claro na observação da competição global que cada vez mais é freqüente observar produtos sendo manufaturados com cada vez mais qualidade e, simultaneamente, cada vez menores custos para o cliente final. De fato, Schonberger (1990) argumenta que empresas classe-mundial estão gradualmente retirando o paradigma do “trade-off” do ambiente da produção. A crescente competição e a escassez de recursos estão induzindo estas empresas a investir esforços na obtenção de sistemas de produção ao mesmo tempo enxutos, ágeis, efetivos e flexíveis (Schonberger, 1990). Neste contexto Skinner (1992) sugere a mudança do paradigma do “trade-off” para a noção de “performance variável” entre variáveis competitivas. De acordo com esta noção, as diferenças entre variáveis competitivas podem ser continuamente reduzidas.

## **2.3 O PARADIGMA DOS “PATAMARES DE MATURIDADE”**

Análise crítica do histórico evolutivo da aplicação de conceitos e princípios de engenharia de produção em empresas como a Toyota e Motorolla sugere que o alcance da excelência em vários critérios competitivos é possível e, mais importante, segue um caminho evolutivo lógico e natural. Este caminho evolutivo geralmente inicia-se pela ênfase na busca da melhoria da “qualidade” do processo, o que implica em esforços para reduzir a variabilidade da produção. A partir da obtenção da estabilidade do processo passa-se a buscar reduções nos “tempos” de ciclo do processo, reduções de “custo” e, finalmente, busca da flexibilidade da produção (Nakane, 1989; Roth, Giffi & Seal, 1992:145; Minor, Hensley & Wood, 1994). A própria evolução gradativa dos princípios de

engenharia de produção através da história reforça os argumentos em prol desta noção de que existem patamares de evolução a serem seguidos (Santos, Powell & Sarchar, 2002; Sjoholt, 1998).

Neste paradigma, o alcance gradual de excelência em cada uma das variáveis competitivas é possível de se obter sem necessariamente implicar em soluções de compromisso (*trade-offs*). Esta noção de um processo evolutivo é sustentada por evidências empíricas apresentadas na literatura. Hill (1992:10), por exemplo, argumenta que “qualidade” está gradualmente se tornando um “critério de qualificação” para entrada ou permanência em mercados competitivos. Nestes mercados, a obtenção da qualidade no sistema de produção é condição básica para liberar a função produção para alcançar vantagem em outros critérios competitivos.

Segundo este paradigma evolutivo, que a função produção progride segundo patamares naturais de maturidade gerencial e tecnológica. Assim como na teoria econômica, um sistema de produção somente poderia assegurar competitividade no longo prazo quando seus fundamentos estiverem adequadamente desenvolvidos. Assim, uma das primeiras iniciativas a serem tomadas para alcançar a competitividade da função produção no longo prazo é a estabilização dos processos ou, de maneira mais abrangente, a redução da variabilidade. Com a estabilização dos processos há maior probabilidade de se cumprir os prazos de entrega e, de forma paralela ou subsequente, abre-se a oportunidade para elaborar melhorias focadas na redução de custos. O alcance de flexibilidade sem “*trade-offs*”, neste contexto, é o último patamar de evolução da função produção.

Note-se que o foco em custos, sem haver a devida estabilização do processo, pode certamente resultar em ganhos competitivos no curto prazo. Contudo, neste caso não há nenhuma garantia da sustentação desta vantagem competitiva no longo prazo dado que eventualmente os custos da variabilidade podem tornar-se vitais quando concorrentes apresentem custos de produção também baixos.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Este estudo adotou a abordagem de múltiplos estudos de caso como a principal estratégia de pesquisa. Yin (1994) define “estudo de caso” como uma investigação sobre um fenômeno contemporâneo operando em um contexto real. Estudo de caso foi considerado como a abordagem adequada para esta pesquisa pois permite o estudo do fenômeno em suas condições reais de incerteza e complexidade (Robson, 1993). A descrição detalhada do método adotado nesta pesquisa pode ser encontrado em Santos, Powell & Hinks (2001).

Os estudos de caso foram realizados em canteiros de obra o Brasil e Reino Unido, nos quais enfocou-se a coleta de dados no processo de execução de alvenarias. Entende-se que esta dimensão internacional do estudo possa contribuir para aumentar a validade dos resultados e suas generalizações. Para possibilitar a triangulação dos dados e obter maior robustez na análise, foram realizados três estudos de caso em cada país. A avaliação do estágio do sistema de produção em cada empresa utilizou como estrutura teórica de análise os princípios e as abordagens heurísticas apresentadas por Koskela (1992) em seu relatório *“Application of the New Production Philosophy to Construction”*. Foram selecionadas 22 abordagens heurísticas relacionadas a quatro princípios do gerenciamento da produção: “redução do tempo de ciclo”, ‘redução da variabilidade’, “aumento da transparência” e “implementação da melhoria contínua”.

A análise dos estudos de caso foi realizada em duas fases. A primeira fase analisou cada estudo de caso de forma individual, buscando identificar como as várias práticas heurísticas se inter-relacionavam no canteiro de obra (*intra-case study analysis*). Na segunda fase procurou-se identificar padrões de comportamento entre as evidências coletadas nos seis estudos de caso (*cross-case study analysis*). Esta abordagem, também chamada de **pattern-matching**, exige a identificação de replicações literais e teóricas para validar, ou não, as práticas observadas em

relação aos postulados teóricos (Yin, 1994). Uma replicação é dita literal quando a prática observada é idêntica à proposição teórica (exemplo: controles visuais reduzindo a necessidade de controle). Da mesma forma, uma replicação é dita teórica quando a prática observada apresenta situação oposta à preconizada nos postulados teóricos, porém com os impactos negativos de tal comportamento previstos nesta mesma teoria (exemplo: excessiva proporção de tempo dispendido com medições associado com a falta de controles visuais). Informações obtidas através de técnicas quantitativas (ex: medições de indicadores de desempenho) e qualitativas (ex: fotos, entrevistas) foram usadas para substanciar estas análises.

#### **4 RESULTADOS**

De forma geral verificou-se através dos estudos de caso um erduzido número de práticas replicando as proposições teóricas relativas a “melhoria contínua” e “redução da variabilidade”. Note-se aqui que estes princípios e suas respectivas abordagens heurísticas é apontado na literatura como os fundamentos necessários para implementar decisões relacionadas a “qualidade”, “tempo” ou “custo” (Juran, 1989). Os estudos de caso 2 e 4 foram os que apresentaram o maior número de replicações literais, as quais estavam mais diretamente focadas no princípio da “redução dos tempos de ciclo” e do “aumento da transparência”. Estes mesmos estudos de caso foram os que apresentaram o melhor nível de integração entre as práticas observadas. O

Quadro 1 ilustra a situação observada em todos os estudos de caso.

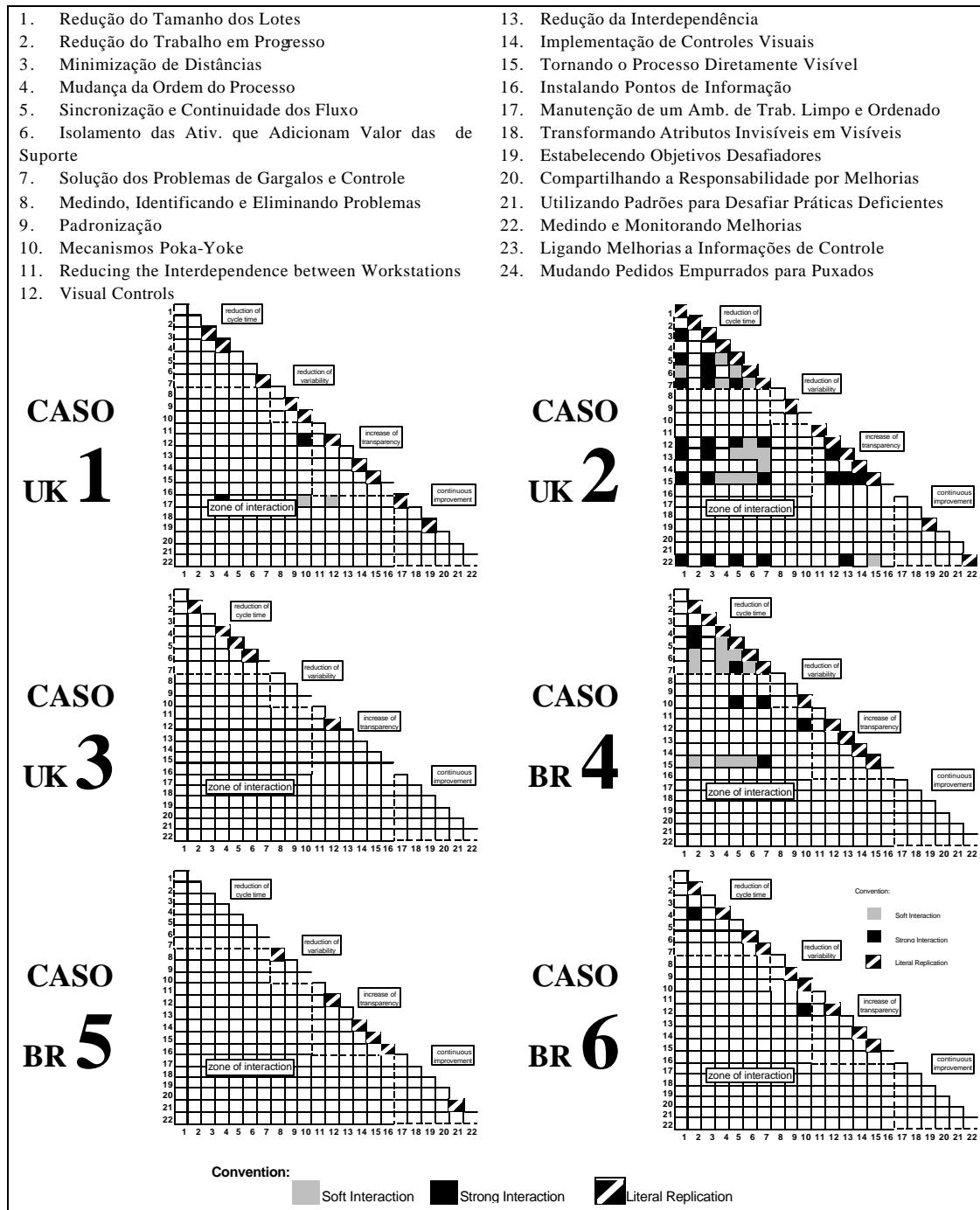
Talvez um dos problemas mais críticos entre todos os seis estudos de caso era a falta de replicações relacionadas ao princípio de “melhoria contínua” dado que praticamente toda elaboração, implementação e manutenção de qualquer outra prática de engenharia de produção depende deste fundamento (maior discussão em Santos & Powell, 2001). Por exemplo, seria difícil, senão impossível, a implementação plena de práticas voltadas à “redução da variabilidade” sem a presença de práticas relacionadas à melhoria contínua. Atividades como padronização, desenvolvimento de mecanismos poka-yoke ou a sistemática solução de problemas do processo tem muito maior chance de sucesso quando inseridas num ambiente participativo e estruturado.

É possível inferir que o reduzido número de replicações teóricas e o baixo nível de integração entre as replicações observadas tem um impacto negativo na performance global dos sistemas de produção. Em outras palavras, todos os estudos de caso estavam operando de maneira sub-ótima devido a esta situação de parcial aplicação dos princípios estudados. A hipótese de relacionamento entre o número de replicações teóricas e performance não só é intuitiva mas também foi substanciada por indicadores numéricos e pela maioria dos profissionais entrevistados nesta pesquisa. O resultado dos estudos de Womack, Jones & Roos (1996) na indústria automobilística contribuem para corroborar tal hipótese.

Esta pesquisa não pretendeu investigar a validade desta correlação mas evidências coletadas nos estudos de caso oferecem resultados contrantes o suficiente e que apontam para esta conclusão. O Estudo de Caso 2 foi o que apresentou o maior número de replicações literais e, também, o que apresentou o maior nível de integração entre as replicações observadas. A lista a seguir apresenta alguns dos indicadores de performance coletados neste estudo e caso:

- ⇒ Melhor composição da equipe de trabalho: haviam três pedreiros para cada servente neste canteiro de obras (3:1) enquanto os outros estudos de caso apresentavam dois (Case Study 1, 3 and 4) ou até mesmo um pedreiro para cada servente (Case Study 6);
- ⇒ Maior % de Boas Práticas: a aplicação de check-list de boas práticas em processos de produção (Santos, 1999) revelou que este estudo de caso apresentava o maior número de boas práticas;

Quadro 1 – Nível das Replicações Literais Observadas nos Estudos de Caso



- ⇒ Menor Nível de Estoque: o estoque médio presente neste estudo de caso era consideravelmente menor que todos os outros estudos de caso. A prática de pedidos puxados, sempre em pequenos lotes, era a principal razão para este bom desempenho;
- ⇒ Nível Eficiente do Fluxo de Materiais: embora este estudo de caso apresentasse um nível modesto de produtividade, isto era compensado pela eficiência no transporte e armazenamento de materiais. A relação produtividade/estoque médio era 0.06, apenas uma pequena fração abaixo do melhor estudo de caso segundo este indicador (Estudo de Caso 4 = 0.07);

- ⇒ Menor Tempo de Espera entre Operações: o tempo médio entre as visitas dos operários para o mesmo posto de trabalho afim de concluir a etapa do processo era de apenas 48 horas enquanto no pior estudo de caso este número chegava a 120 horas;
- ⇒ Mais rápido tempo de preparação do posto de trabalho: os pedreiros neste canteiro levavam apenas vinte minutos para desmontar e montar a estação de trabalho, propiciando o rápido início das operações em outro posto de trabalho;
- ⇒ Reducido nível de desperdício de materiais: as medições revelaram que o nível de desperdício de tijolos era de 7% enquanto o benchmark é de 5% (Skoyles & Skoyles, 1988).

Apesar destes indicadores acima sugerirem a correlação entre o número de replicações teóricas e integração e performance, o tipo de replicações observadas indica que houve um foco nas práticas relacionadas à “redução dos tempos de ciclo” sem haver os adequados fundamentos no sistema de produção. Práticas relacionadas à redução da variabilidade, por exemplo, eram escassas. Além disto, mesmo as práticas relacionadas à redução dos tempos de ciclo eram limitadas em escopo sendo que foram observados raros casos de “redução do tamanho dos lotes”, “redução do trabalho em progresso” e “sincronização dos fluxos”. Assim, pode-se dizer que os melhores estudos de caso apresentavam o paradigma do “foco estratégico” permeando suas práticas.

Um resultado surpreendente encontrado nestes estudos de caso foi que a presença do paradigma do “foco estratégico” não foi o fruto de um plano estratégico deliberado e previamente definido. Era sim o resultado de medidas tomadas de forma contigencial e casual. As pressões por resultados no curto-prazo e o relacionamento competitivo com a mão-de-obra e fornecedores resultava num ambiente de trabalho onde havia pouco tempo para reflexão e com poucas oportunidades para experimentar com práticas alternativas. Assim, não foi surpresa encontrar o paradigma do “trade-off” permeando as decisões e práticas de gerentes e operários nos vários canteiros de obra estudados. De fato, neste ambiente as melhorias de qualidade, flexibilidade ou prazos de entrega necessariamente implicam quase que necessariamente em aumentos nos custos de produção.

## 5 CONCLUSÃO

No princípio desta pesquisa o autor tinha a expectativa de encontrar a busca por excelência em todos os critérios competitivos como a abordagem mais adequada para a priorização de ações na função produção. Este paradigma possibilitaria o rompimento com a frequente complacência dos profissionais da construção com o nível de desempenho dos processos de produção. Contudo, os estudos de caso revelaram claramente que o direcionamento de esforços no sentido de implementar este paradigma pode não ser a abordagem mais adequada para se garantir competitividade no curto prazo. Os estudos de caso com maior nível de performance foram aqueles que apresentavam o maior nível de integração e foco das práticas replicações teóricas observadas, muito embora apresentando reduzido número destas replicações.

O paradigma do “trade-off” estava fortemente presente nos estudos de caso analisados, tanto no Brasil como na Inglaterra. Aqueles com maior nível de performance apresentavam um número baixo de replicações relacionadas aos princípios da “redução da variabilidade” e da “melhoria contínua”. A desconsideração do desenvolvimento destes patamares básicos de maturidade gerencial e tecnológica implicava em um nível de desempenho sub-ótimo, ou seja, não se obtinha o potencial de performance disponível no sistema de produção.

O autor conclui que, enquanto profissionais na construção possam adotar o paradigma do “foco estratégico” como forma de responder a demandas presentes da competição, estes mesmos profissionais deveriam paulatinamente empreender esforços no sentido de implementar os fundamentos de engenharia de produção em suas empresas. Defende-se então a utilização do

paradigma dos “patamares de maturidade” como filosofia de longo prazo para profissionais e acadêmicos envolvidos com o desenvolvimento de sistemas de produção na construção. Para isto fica claro pelos estudos de caso desenvolvidos de que há a necessidade de se elevar o patamar de entendimento de gerentes e operários da construção acerca de todo o arcabouço de conceitos e princípios que compõe o pensamento moderno em engenharia de produção.

## 6 AGRADECIMENTOS

O pesquisador agrade o apoio recebido das agências de fomento à pesquisa CNPq e FINEP por contribuírem à execução desta pesquisa (processo Nº: 200174/95-9). Agradecimento especiais para as seguintes empresas: Arquisul Arquitetura e Construções, Bovis Construction Company, Barbara Engenharia e Construtora Ltda., Geogress Investments, Tarmac Construction Company, Wimpey Homes and Goldsztein Construções Ltda and George Harding Group of Companies.

## 7 REFERÊNCIAS

- HILL, T. J. (1992) “*Incorporating manufacturing perspectives in corporate strategy*”. in [Voss, C. A. Manufacturing Strategy, Chapman & Hall, p3-11, 1992].
- IMAI, M. (1986) ‘*Kaizen (Ky’ zen): the key to Japan’s competitive success*’. McGraw-Hill Publishing Company.
- JACKSON, J. & HALL, D. (1992) “*Speeding up: New Product development*”. Management Accounting, October.
- JURAN, J. M. (1989) “*Juran on leadership for quality : an executive handbook*”. New York : Free Press; New York; London; Maxwell Macmillan Int.
- MINOR, E. D. III, HENSLEY, R. L. and WOOD, D. R. Jr. (1994) “*A review of empirical manufacturing strategy studies*”. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 1, N. 1, pp. 5-25.
- NAKANE, J. and HALL, R. W. (1983) “*Management specs for stockless production*”. Harvard Business Reviews, Vol. 61, No. 3, May-June, 1983, pp. 84-91.
- REITSPERGER, W. D. & DANIEL, S. J. (1991) “*A comparison of quality attitudes in the USA and Japan: Empirical Evidence*”. Journal of Management Studies, 28:6 November.
- ROBSON, C. (1993) “*Real world research: a resource for social scientists and practitioner*”. Oxford: Blackwell.
- ROTH, A. V.; GIFFI, G. A.; SEAL, G. M. (1992) “*Operating strategies for the 1990s: elements comprising world-class manufacturing*”. in [Voss, C. A. Manufacturing Strategy, Chapman & Hall, p133-165, 1992].
- SANTOS, A. (1999) “*Application of Flow Principles of Production Management in Construction Sites*”. PhD thesis, University of Salford: Salford.
- SANTOS, A. POWELL, J. A. & FORMOSO, C. T. (2000) “*Setting Stretch Targets for Driving Continuous Improvement in Construction*”. Work Study, MCB Press, v.49, n.2, 2000.
- SANTOS, A., POWELL, J. A. & HINKS, J. (2001) “*Using Pattern-Matching for the International Benchmarking of production Practices*”. Benchmarking An International Journal, MCB University Press.

- SANTOS, Aguinaldo dos, POWELL, James, SARSHAR, Marjan. *Evolution of Management Theory: the Case of Production Management in Construction*. Management Decision, MCB University Press, 2002.
- SANTOS, A. & POWELL, J. (2001) "Assessing the Level of Teamwork in Brazilian and English Construction Practices". *The Leadership Organization Development Journal*, Vol 22, Issue 4, MCB University Press.
- SANTOS, A. & POWELL, J (2001) "Investigation into the effectiveness of push and pull learning strategies in the construction environment". *Journal Workplace Learning*, MCB University Press, v.13, n.2.
- SCHONBERGER, R. J. (1996) "World Class Manufacturing: the next decade". The Free Press.
- SHINGO, S. (1988) "Non-Stock Production: the shingo system for continuous improvement". Productivity Press.
- SJØHOLT, O. (1998) "Managing quality improvement work", Tecnomex' 98, Mexico, February.
- SKINNER, W. (1992) "Missing the links in manufacturing strategy". in [Voss, C. A. Manufacturing Strategy, Chapman & Hall, p13-25, 1992].
- STALK, G.; E, P. & SHULMAN, L. (1992) "Competing on capabilities: the new rules of corporate strategy". *Harvard Business Review*, March/April.
- WOMACK, J. P. & JONES, D. T. (1996) "Lean thinking". Simon & Schuster.
- YIN, Robert K. (1994) "Case study research: design and methods". Second edition. Applied Social Research Methods Series, Volume 5, Sage Publications.