PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA NO CONTEXTO DA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE UTILIDADES

Sergio Kempenich (UNIP/EPUSP)
skempenich@comgas.com.br
Dario Ikuo Miyake (EPUSP)
dariomiy@usp.br

Esta artigo considera a atuação das empresas responsáveis pelas redes de distribuição de água, energia elétrica e gás natural - denominadas "Redes de Distribuição de Utilidades" (RDUs) - como sistemas produtivos, com o propósito de conhecerr e avaliar a maneira como os esforços de melhoria da produtividade são conduzidos. Este estudo é desenvolvido tomando-se como referência o modelo da produção enxuta, desenvolvido pela Toyota Motor Company do Japão, fundamentado no princípio de buscar o aumento da produtividade por meio da identificação e eliminação de desperdícios. Embora originalmente disseminada na cadeia da indústria automobilística, a adoção e adaptação da abordagem de melhoria de processos deste modelo têm sido consideradas em diferentes setores. Assim, o presente trabalho tem como motivação explorar as possibilidades de estender a aplicação de conceitos e práticas da produção enxuta em empresas de RDU. Primeiramente, a cadeia de valor das RDUs é analisada, e são escolhidos dois processos - construção e manutenção - para o desenvolvimento do estudo. Em seguida, é apresentada uma revisão bibliográfica, a partir da qual um conjunto de dezenove "práticas enxutas" possivelmente aplicáveis aos processos escolhidos é identificado. Por meio de três estudos de caso, analisa-se em que medida as empresas responsáveis pelas RDUs aplicam tais práticas enxutas em seus processos, e em que medida a aplicação atual - ou uma possível aplicação futura - de cada prática enxuta é motivada pelo pensamento enxuto. Com base nos dados levantados na pesquisa de campo, as práticas consideradas são avaliadas quanto ao potencial de efetiva aplicação em cada processo, levando-se em conta o objetivo de eliminação de desperdício. O estudo possibilitou verificar que todas as dezenove práticas são aplicáveis a pelo menos um dos processos considerados, sendo a maioria aplicável a ambos.

Palavras-chaves: Redes de distribuição. Utilidades. Produção enxuta. Construção enxuta.

1.1.

1. Introdução

Os setores de distribuição de água, energia elétrica e gás natural representam uma pequena parcela no Produto Interno Bruto das nações, se comparada a outros setores. Sua importância, porém, transcende seu valor financeiro, se considerarmos a necessidade de seu uso no desenvolvimento da vida moderna.

Na literatura acadêmica, a disponibilidade de publicações que tratam destes setores é ainda limitada, sendo a maior parte destas focada na questão do monopólio natural, ou seja, nas estratégias criadas pelos governos para assegurar o adequado desempenho das empresas mesmo que em geral sejam únicas no mercado em que atuam. Entre tais publicações, merecem destaque pela abrangência teórica os trabalhos de Newberry (2001), Gómez-Ibáñez (2003) e Kessides (2005).

Em se tratando de produtividade das empresas de utilidades, a literatura se mostra mais escassa e restrita a temas estratégicos. Alguns autores defendem, por exemplo, que as empresas de utilidades tendem a aumentar sua produtividade na medida que aumentam sua abrangência territorial (SCHMALENSEE, 1978), seu escopo de atuação (JACOB; SIOSHANSI, 2002) ou a densidade de consumidores em uma mesma região (HJALMARSSON; VEIDERPASS, 2002). No entanto, nestas três situações, as estratégias sugeridas tratam de aspectos mercadológicos da empresa, e não das atividades operacionais executadas em campo pela empresa de distribuição. Já as soluções operacionais para melhorar a produtividade nas empresas de utilidades são pouco exploradas pela literatura. Nesta temática, destacam-se os trabalhos de Tsang (2002) e Rouls (2005), focados em soluções para os trabalhos de campo, e de Palmeira e Tenório (2002) e Sena (2002), focados na produtividade da manutenção de redes elétricas. Os exemplos de iniciativa de natureza semelhante, no entanto, são escassos e pouco abrangentes.

O objetivo deste artigo é analisar a distribuição de utilidade como sistema produtivo, verificando possíveis meios para se melhorar seus processos e, assim, proporcionar maior qualidade, menor custo e menor prazo de entrega ao cliente. Para tanto, é feita uma análise da aplicabilidade de diversas práticas provenientes da produção enxuta, sistema de produção desenvolvido pela Toyota Motor Company. Esse sistema se baseia no princípio de que a melhoria da produtividade deve ser buscada por meio de esforços sistemáticos de eliminação de desperdícios na produção, sendo desperdício entendido como qualquer atividade que consome recursos, mas não agrega valor ao cliente (OHNO, 1997; LEI, 2003; LIKER, 2005).

Estudos recentes têm corroborado que as práticas da produção enxuta, embora tenham sido originadas na indústria automobilística, podem ser adaptadas para os mais diversos setores produtivos. Este artigo se propõe a analisar tais oportunidades no setor específico constituído pelas chamadas empresas de Redes de Distribuição de Utilidades (RDUs).

2. As Redes de Distribuição de Utilidades (RDUs)

Para se definir o conceito de RDU e delimitar seus contornos, partindo do universo dos setores de serviços, três recortes devem ser considerados conforme diagramado na Figura 1.

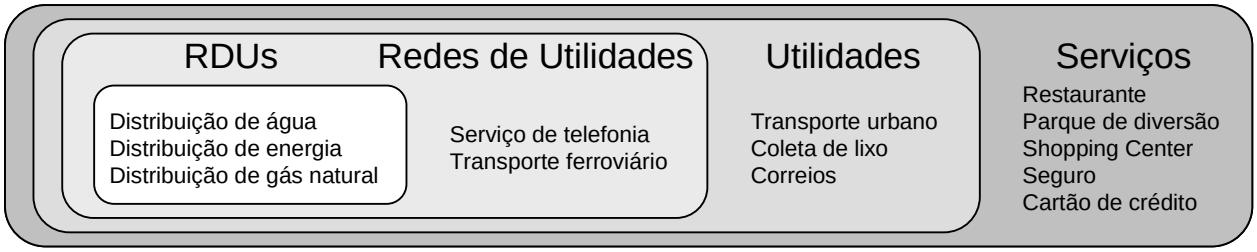

Figura 1 - O grupo das RDUs (KEMPENICH, 2009)

O primeiro recorte distingue os setores que podem ser considerados "utilidades" dos demais tipos de serviços. O termo "utilidades" engloba todos os setores cuja principal característica em comum é a essencialidade do serviço prestado para a população, ou seja, o fato de serem indispensáveis para o bem estar do público consumidor (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO, 2003).

O segundo recorte verifica, entre as utilidades, quais se caracterizam como "redes de utilidades". Segundo Newberry (1998, 2001), tais utilidades operam uma rede fixa própria para entregar seus serviços, enquanto outras podem recorrer à utilização da rede de terceiros.

O terceiro e último recorte seleciona, entre as redes de utilidades, aquelas que se caracterizam mais especificamente como Redes de Distribuição de Utilidades (RDUs) (KEMPENICH, 2009). Em uma RDU, o bem transportado flui continuamente pela rede e sempre na mesma direção, ou seja, da fonte para os consumidores. Neste trabalho, são consideradas as principais RDUs, que são as dedicadas à distribuição de água, de energia elétrica e de gás natural. Já em outros tipos de rede, como nas redes utilizadas na ferrovia e na telefonia fixa, há variação tanto nos elementos transportados quanto nos caminhos percorridos por estes elementos.

Deve-se notar, no entanto, que o estudo das RDUs não trata da totalidade da cadeia de produção e suprimento de água, energia elétrica e gás natural, desde a obtenção na natureza até seu destino final (Figura 2). O presente trabalho considera a atividade final das RDUs, que é a distribuição do insumo aos clientes, ou seja, a transferência do mesmo de um ponto 'A', onde ele se encontra, a um ponto 'B', onde ele é usado (REILLY, 2008), admitindo que as etapas anteriores tenham sido realizadas até o ponto 'A'.

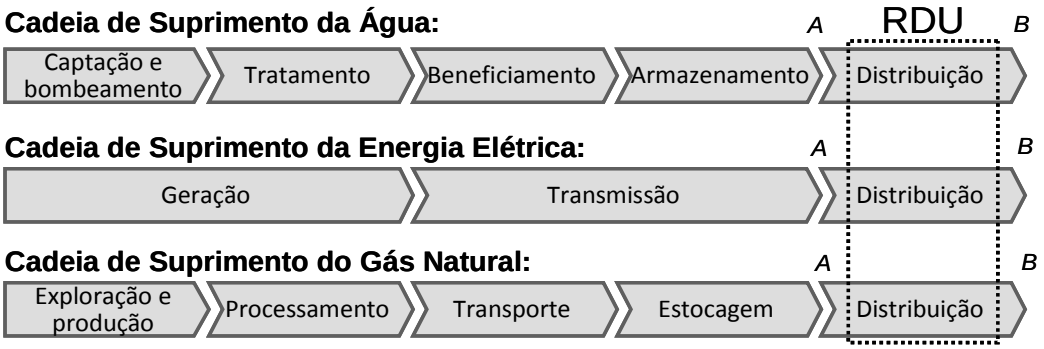

Figura 2 - As cadeias de suprimento e as RDUs

O termo RDU considerado no presente trabalho pode ser então definido como o conjunto de tubos ou cabos necessários para transportar a utilidade até as instalações dos clientes para pronto consumo. Sua principal função é fazer com que a utilidade esteja disponível, na quantidade e qualidade necessária, de forma contínua e ininterrupta, na instalação do cliente.

3. Os processos abordados no trabalho – construção e manutenção de RDU

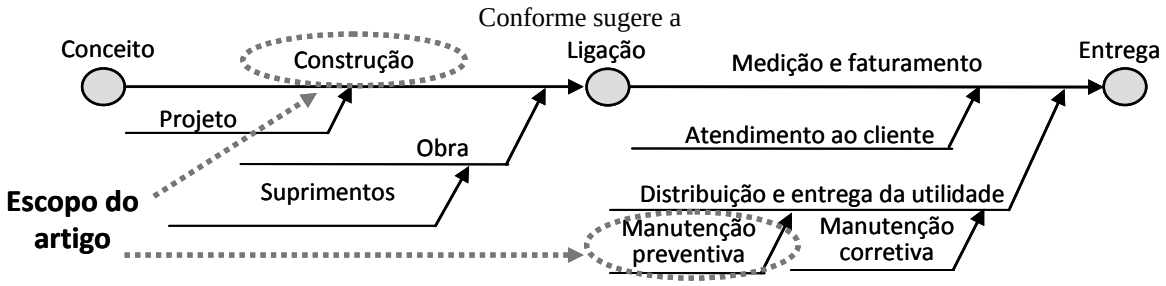

Figura 3, ao se analisar o sistema de produção de uma RDU, percebe-se que a mesma é constituída de diversos processos, Dada a sua grande abrangência, para a delimitação do escopo do presente trabalho, optou-se por tomar como objetos de estudo, dois processos-chave: o de construção de novas RDUs e o de manutenção das RDUs existentes. No processo de construção, considera-se que o planejamento já foi executado e as necessidades do usuário já estão definidas. Assim, as atividades abordadas restringem-se ao desenvolvimento do projeto, obtenção dos suprimentos e execução da obra até o momento em que se torna pronta para ligação do cliente. No processo de manutenção, são abordadas as atividades de manutenção preventiva após a ligação do cliente, desenvolvidas de forma a garantir a continuidade e a qualidade do fornecimento.

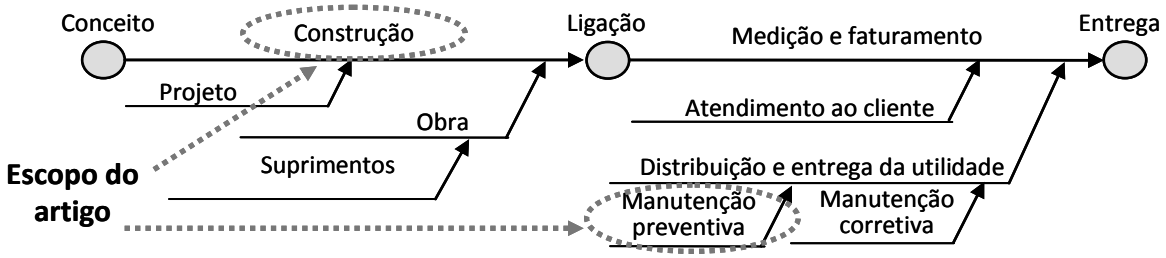

Figura 3 - A cadeia de valor da RDU e o escopo do artigo

4. A produção enxuta e extensões de sua aplicação

Segundo o Lean Enterprise Institute (LEI, 2003), o Sistema Toyota de Produção – que deu origem à produção enxuta – foi desenvolvido com o objetivo de fornecer a melhor qualidade, o menor custo e o *lead time* mais curto por meio da eliminação do desperdício. O coração desse sistema está na eliminação dos desperdícios identificados na produção (LIKER,2005), sendo desperdício entendido como qualquer atividade que consome recursos, mas não agrega valor ao cliente (LEI, 2003).

4.1. Os principais elementos da produção enxuta

Ohno (1997) destaca que os dois pilares necessários para a sustentação do STP são *o Just-in-time* e *Jidoka*. Segundo este autor, *Just-in-time* é o sistema de produção em que as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. *Jidoka*, por sua vez, significa "dar inteligência à máquina", ou seja, instalar dispositivos que forneçam às máquinas a habilidade de detectar uma condição anormal e interromper imediatamente o trabalho.

Porém, é importante salientar que o esforço de implantação da produção enxuta não se consolida enquanto os processos produtivos não se tornarem "estáveis e padronizados" (OHNO, 1997; LIKER, 2005; DENNIS, 2008). Um alto grau de estabilidade é necessário para

que o sistema não seja constantemente interrompido (LIKER, 2005). Já a padronização permite a detecção de anormalidades e possibilita a ação sobre as mesmas (DENNIS, 2008).

Por fim, todos os autores supracitados são unânimes em afirmar que os benefícios da produção enxuta só são possíveis se houver envolvimento das *pessoas*, ou seja, a equipe deve ser composta de membros "flexíveis e motivados, constantemente à procura de uma forma melhor de fazer as coisas" (DENNIS, 2008). Uma maneira de apresentar o conjunto dos principais elementos que constituem o sistema de produção enxuta e seu inter-relacionamento é o modelo da "Casa da Produção Enxuta" mostrada na

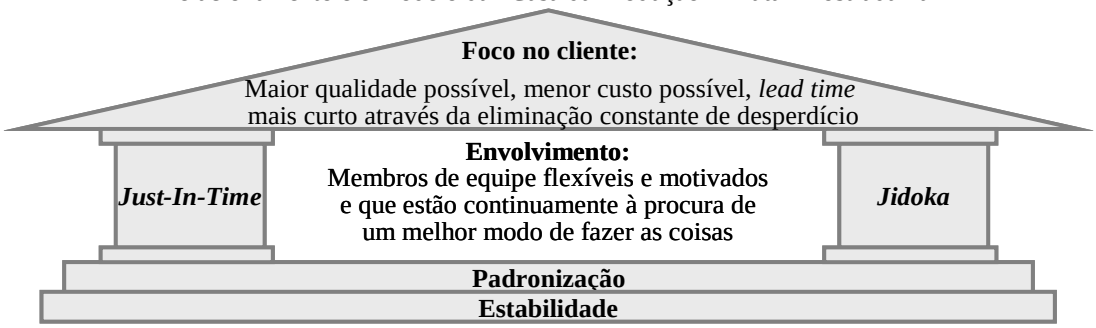

Figura 4.

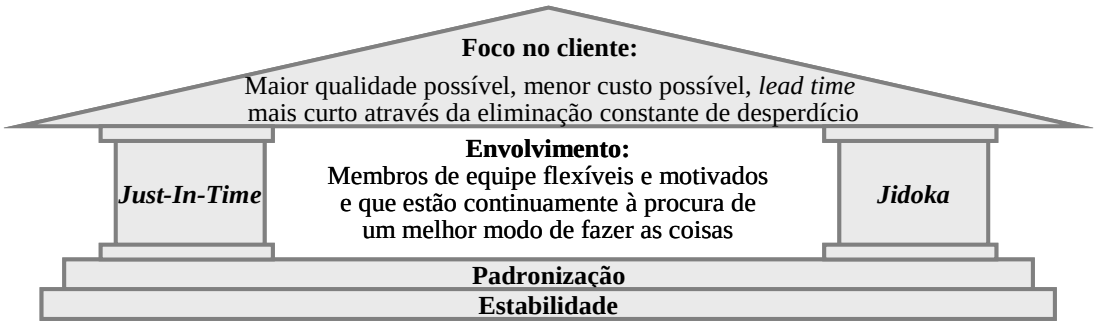

Figura 4 - O modelo da "Casa da Produção Enxuta" (adaptada de DENNIS, 2008, p. 37)

4.2. Produção enxuta em outras áreas e setores

A produção enxuta foi inicialmente desenvolvida para a área de manufatura da Toyota. No entanto, ao longo dos anos, surgiu a necessidade de se desenvolver práticas específicas para racionalizar também processos de suporte à manufatura. Um exemplo é a manutenção dos equipamentos para assegurar sua disponibilidade e condições adequadas de operação. Neste contexto, foi desenvolvido o *Total Productive Maintenance* (TPM), ou Manutenção Produtiva Total, que segundo Nakajima (1989) tem como objetivo, eliminar as perdas no aproveitamento da capacidade das máquinas. Dada a grande abrangência do TPM, Hartmann (1992) propôs que este fosse simplificado para uma abordagem denominada *Total Productive Equipment Management* (TPEM), ou Manutenção Produtiva Total do Equipamento.

Outro processo que merece destaque é o desenvolvimento de novos produtos. Considerando o impacto das decisões tomadas nesta fase nos resultados da produção foi desenvolvida uma prática enxuta denominada *Set Based Concurrent Engineering* (SBCE), ou Engenharia Simultânea Baseada em Conjuntos. O SBCE consiste no envolvimento de todas as áreas da empresa na seleção de um conjunto de soluções para cada necessidade (WARD *et al*, 1995).

O sucesso da implantação da produção enxuta na manufatura também despertou o interesse de sua aplicação por empresas e organizações de outros setores da economia, e estas buscaram adaptar os conceitos enxutos a suas especificidades. Um setor em que isso ocorreu é o da Construção Civil. Uma das principais adaptações desenvolvidas neste setor é o *Last Planner*

(BALLARD; HOWELL, 1998; BALLARD, 2000). O *Last Planner* busca alternativas "enxutas" para lidar com as particularidades do setor de construção civil, tais como a grande quantidade de pré-condições para executar cada tarefa e a unicidade do produto produzido.

4.3. As práticas da produção enxuta

O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra dezenove práticas relacionadas à aplicação dos conceitos da produção enxuta em diversos setores. As primeiras onze práticas correspondem aos principais elementos que constituem o sistema de produção enxuta (Seção 4.1), enquanto as oito últimas promovem a difusão da produção enxuta em outras áreas e setores (Seção 4.2).

Nº	Nome	No que consiste	Como evita desperdícios
Padronização e Estabilidade			
1	Procedimentos habilitadores	Procedimentos simples, claros e visuais, desenvolvidos e continuamente melhorados pelos próprios funcionários.	Evita que a dificuldade de entender os padrões impacte na execução da tarefa de maneira não-ótima.
2	Sistema 5S	Ordem visual no local de trabalho: um lugar para cada coisa, e cada coisa no seu lugar.	Permite que a situação fora do padrão seja evidenciada imediatamente.
3	*Heijunka*	Nivelamento da produção de modo que a mesma quantidade e combinação de tarefas sejam produzidas a cada período.	Evita períodos de acentuada sobre-carga ou ociosidade além de aumen-tar a flexibilidade de produção.
Just-In-Time			
4	*Fluxo contínuo*	Organização das etapas de trabalho de forma a identificar e eliminar as perdas, criar fluxo e estabelecer um ritmo adequado.	Elimina a superprodução e os estoques intermediários.
5	Sistema puxado	Sistema em que a produção de uma etapa só é iniciada quando a estação seguinte (cliente) indica a necessidade.	Diminui a superprodução e os estoques intermediários nos casos em que o fluxo contínuo não é viável.
6	*Setup* Rápido	Análise do processo de setup entre diferentes lotes de trabalho, para que o menor tempo possível seja gasto nesta mudança	Viabiliza a execução de pequenos lotes e libera tempo para o funcionamento do equipamento.
Jidoka			
7	Autonomação	Instalação de dispositivos capazes de desligar as máquinas na ocorrência de problemas.	Evita que uma falha se propague, gerando peças defeituosas. Separa o trabalho do operador da máquina.
8	*Poka-yoke*	Dispositivos que ajudam os operadores a evitar erros no seu trabalho.	Evita que, por um erro do operador, um componente apresente defeito.
Envolvimento			
9	*Solução de Problemas*	Processo de solução de problemas de produção, com análise e atuação até a causa raiz.	Possibilita que se encontre a causa raiz do problema, indo além dos sintomas óbvios.
10	Grupos *kaizen*	Engajamento num esforço constante de identificação de oportunidades de melhoria num determinado processo de trabalho	Analisa o processo para identificar desperdícios e buscar sua eliminação.
11	Programa de Sugestão	Processo de envio de sugestões pelos funcionários, de forma simples e com regras claras.	Evita o desperdício da criatividade dos funcionários na obtenção das melhores soluções.
TPEM			

12 TPM-AM (Manutenção autônoma)	Envolvimento dos operadores no cuidado e manutenção diária dos equipamentos.	Garante o bom uso do equipamento, e libera a equipe de manutenção para tarefas mais complexas
13 TPM-PM (Manutenção Preventiva e Preditiva)	Sistema de manutenção preventiva e preditiva, considerando toda a vida útil e a confiabilidade do equipamento.	Evita que as manutenções sejam realizadas abaixo ou acima do necessário, gerando respectivamente quebras e desperdícios.
14 TPM-EM (Gerenciamento de Equipa-mentos)	Desenvolvimento de soluções para a melhoria do desempenho dos equipamentos, fazendo com que os mesmos exijam menos manutenções futuras.	Diminui os gastos com manutenção dos equipamentos, e garante a continuidade das operações produtivas.
SBCE		
15 SBCE	Desenvolvimento de produtos e processos por meio da análise de conjuntos de soluções para-lelas fornecidas pelas diversas áreas envolvidas, em busca de uma solução concordada por todos.	Amplia as possibilidades de soluções e garante que a implantação seja rápida.
Last Planner		
16 *Kit Completo*	Garantia que nenhuma tarefa tenha início até que todas as pré-condições necessárias estejam satisfeitas.	Evita a ocorrência de defeitos por falha do operador.
17 Medição e monitoramento do PPC	Acompanhamento do indicador de porcentagem executada do plano de obra do Last Planner, com análise das causas de não-execução.	Diminui o risco de propagação de uma variação.
18 Reserva de Tarefas Executáveis	Política de manter uma Reserva de Tarefas executáveis para um período específico, evitando paradas devido a imprevistos.	Mantém a produção da obra protegida contra imprevistos.
19 *Lookahead*	Janela de planejamento para as atividades a serem executadas em médio prazo, durante a qual se procura verificar se todas as pré-condições estão satisfeitas.	Evita a espera por pré-condições e impede que estoques excessivos de materiais sejam criados.

Quadro 1 – As práticas da Produção Enxuta

5. Questões de pesquisa

Partindo da premissa de que o pensamento enxuto é aplicável a qualquer tipo de organização, desde que as práticas corretas sejam devidamente aplicadas, o presente estudo foi direcionado à investigação das seguintes questões da pesquisa. A primeira questão é dada a seguir:

Q1: Em que medida as empresas responsáveis por RDUs aplicam cada uma das práticas de produção enxuta no processo de construção e no processo de manutenção?

Outra consideração a ser feita é que nem sempre a simples aplicação das práticas descritas caracteriza um real interesse, institucionalizado ou estratégico, de assimilar o pensamento enxuto e buscar a eliminação de desperdícios. Pode haver outras motivações que levem a esta aplicação: cumprimento de uma norma ISO, reação a acidentes de trabalho, etc. Por outro lado, podem existir empresas que ainda não aplicam determinadas práticas enxutas, mas possuem gestores e funcionários que buscam simplificar e racionalizar seu trabalho com base numa racionalidade que é coerente com a do pensamento enxuto. Há também a possibilidade de determinadas práticas para produção enxuta já estarem sendo de alguma forma aplicadas, ainda que não atreladas a uma iniciativa formal de implementação de um sistema de produção enxuto. Esta consideração leva à formulação da segunda questão de pesquisa:

Q2: Em que medida a aplicação atual – ou uma possível aplicação futura – de cada prática enxuta é realmente motivada pelo pensamento enxuto?

Respondidas as questões Q1 e Q2, pode-se partir para uma análise da real aplicabilidade de cada prática no contexto de cada processo da RDU, levando-se em conta as respostas às primeiras duas questões. Com isso, chega-se à terceira questão da pesquisa:

Q3: Quais das práticas da produção enxuta são mais aplicáveis nos processos de construção e manutenção de RDU, levando-se em conta o objetivo de eliminação do desperdício?

Por meio da elucidação e discussão da Questão Q3, o presente trabalho procura avaliar o potencial do que pode ser feito para melhorar a produtividade das empresas de RDU por meio da abordagem da produção enxuta, visando assim ao objetivo exposto neste artigo.

6. Metodologia de pesquisa

A metodologia de pesquisa escolhida para o presente trabalho é o estudo de caso empírico. Foram desenvolvidos três estudos de caso, sendo um em cada tipo de RDU: distribuição de água, energia elétrica e gás natural. Em cada empresa, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com gestores de áreas responsáveis pelos dois processos tomados como objeto de estudo – Construção de RDU e Manutenção de RDU – totalizando seis entrevistas.

Em cada entrevista, para cada uma das dezenove práticas mencionadas na Seção 4, foram feitos dois questionamentos, sendo um relacionado à aplicação da prática no dia-a-dia da equipe e outro relacionado à motivação para tal aplicação (ou para uma possível aplicação futura). As respostas obtidas para cada prática em cada entrevista servem de base para a definição de duas medidas: Grau de Aplicação (GA) e Grau de Relação (GR). O Grau de Aplicação (GA) é obtido da resposta à primeira pergunta, e é medido conforme segue: 0: Nenhuma evidência de aplicação; 1: Aplicação parcial; 2: Aplicação efetiva. Já o Grau de Relação (GR) é computado a partir da resposta à segunda pergunta, sendo definido conforme segue: 0: Nenhuma relação com o pensamento enxuto; 1: Alguma relação com o pensamento enxuto; 2: Forte relação com o pensamento enxuto.

7. Descrição dos casos

7.1. Empresa A – Distribuidora de gás natural

A Empresa A é uma distribuidora de gás natural, que está estabelecida no mercado desde o final do século XIX, mas foi privatizada somente na década de 1990, e atualmente está sob controle acionário de um grupo estrangeiro. A coleta de dados sobre o processo de construção de redes de gás natural foi realizada por meio de uma entrevista com um gerente de projetos de expansão da empresa. No caso do processo de manutenção, a entrevista foi realizada com o gerente de manutenção.

Foi verificado, ao longo das entrevistas, que a Empresa A apresenta aplicação de dez das dezenove práticas enxutas consideradas no processo de construção, mesmo número verificado no processo de manutenção. Em ambos os processos, destaca-se a aplicação efetiva do *Sistema 5S* e do *Programa de Sugestão*. O *Sistema 5S* foi desenvolvido englobando todas as áreas da empresa, e inclui inspeções feitas nos locais de obra. Já o *Programa de Sugestão* está estruturado e disponível a todos os profissionais, servindo como uma fonte de idéias que têm contribuído para a implantação de diversas melhorias em processos.

Os argumentos e evidências levantados nas entrevistas também mostraram que, para a aplicação das práticas enxutas no processo de construção, há um moderado Grau de Relação com o pensamento enxuto. O número de práticas enxutas para as quais a motivação para aplicação revela pelo menos alguma relação com o pensamento enxuto foi de nove. Já no

processo de manutenção, o Grau de Relação com o pensamento enxuto se mostra mais evidente, com doze práticas apresentando alguma relação.

7.2. Empresa B – Distribuidora de água

A Empresa B é uma empresa de saneamento básico, de capital misto, que tem o governo como acionista majoritário. Sua atuação inclui toda a cadeia de fornecimento da água, além do processo de coleta e tratamento de esgotos. Porém, as entrevistas contemplaram exclusivamente à atividade de distribuição de água. Para a coleta de dados sobre os processos de construção e de manutenção de redes de água, foram entrevistados respectivamente o encarregado de obras e o responsável pela atividade de manutenção de redes, ambos de um mesmo pólo regional.

No processo de construção, foram identificadas nove práticas com algum Grau de Aplicação, e dez no caso do processo de manutenção. No entanto, em se tratando apenas das práticas com aplicação efetiva, a situação se inverte: tal classificação foi observada em três práticas no processo de construção, mas em apenas duas no processo de manutenção. As práticas que merecem destaque em ambos os processos são o *Programa de Sugestão* e o *Kit Completo*. Assim como a Empresa A, a Empresa B também já possui um programa estruturado para o envio de sugestões. Já o *Kit Completo*, neste caso, é garantido por meio da obrigatoriedade de preenchimento de um *check-list* antes da obra. No processo de construção, destaca-se ainda a *Reserva de Tarefas*, baseada na disponibilização de recursos para três meses de obra.

Os Graus de Relação das práticas consideradas com o pensamento enxuto se mostraram relativamente altos no processo de construção da Empresas B, com dez práticas apresentando Grau de Relação positivo. O mesmo não foi percebido no processo de manutenção, em que apenas sete práticas foram reconhecidas pelo entrevistado como um meio de buscar objetivos relacionados com o pensamento enxuto. Esse resultado pode ter sido causado por uma menor receptividade do segundo entrevistado à implantação de novas práticas que demandem mudanças significativas no atual processo de manutenção.

7.3. Empresa C – Distribuidora de energia elétrica

A Empresa C é uma distribuidora de energia elétrica, que tem em comum com a Empresa A uma história de atuação centenária e a privatização recente. As redes de distribuição de energia elétrica da Empresa C estão dispostas tanto em posição aérea (penduradas em postes) quanto enterrada, sendo somente a últimas consideradas no presente trabalho.

Diferentemente do procedimento adotado nas Empresas A e B, a coleta de dados na Empresa C foi feita entrevistando-se uma única pessoa, que neste caso foi o engenheiro responsável pela manutenção das redes enterradas da empresa. O motivo é que a equipe sob sua responsabilidade tem atuação multifuncional, contribuindo também na construção de redes.

No processo de construção da Empresa C, existem nove práticas com Grau de Aplicação positivo. Dentre estas, a única prática para a qual o mesmo pode ser considerado efetivo é a *Reserva de Tarefas*: a empresa dispõe de um estoque de material e uma disponibilidade de recursos pelo menos para 20 dias de obra. Já no processo de manutenção, foram identificadas aplicações de doze práticas, mas nenhuma aplicação efetiva.

Quanto aos Graus de Relação, a Empresa C obteve a maior quantidade de práticas com valores positivos entre as três empresas: doze no processo de construção, e catorze no processo de manutenção. Foi constatado que o entrevistado reconhecia claramente, para ambos os processos e independentemente do Grau de Aplicação, a potencial vantagem de

aplicar as práticas enxutas para melhorar o desempenho dos processos considerados.

8. Análise dos dados

8.1. Aplicação de práticas enxutas em RDUs

Para se discutir a primeira questão de pesquisa (Q1), deve-se examinar o Grau de Aplicação de cada prática enxuta nas empresas e processos estudados. No entanto, é necessário considerar que os dados mais importantes não são aqueles obtidos separadamente em cada empresa, mas sim os resultados referentes à amostra de casos pesquisados, que representa o universo das RDUs. Portanto, faz-se necessário considerar a variável cumulativa Grau de Aplicação Geral (GAG), um valor entre zero (0) e seis (6) calculado como a somatória dos GAs obtidos nas Empresas A, B e C para uma dada prática em um dado processo. Realizando-se uma análise comparativa entre os GAGs observados para cada uma das 19 práticas enxutas consideradas no processo de construção e no processo de manutenção, para a amostra de empresas estudadas, chega-se ao gráfico da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

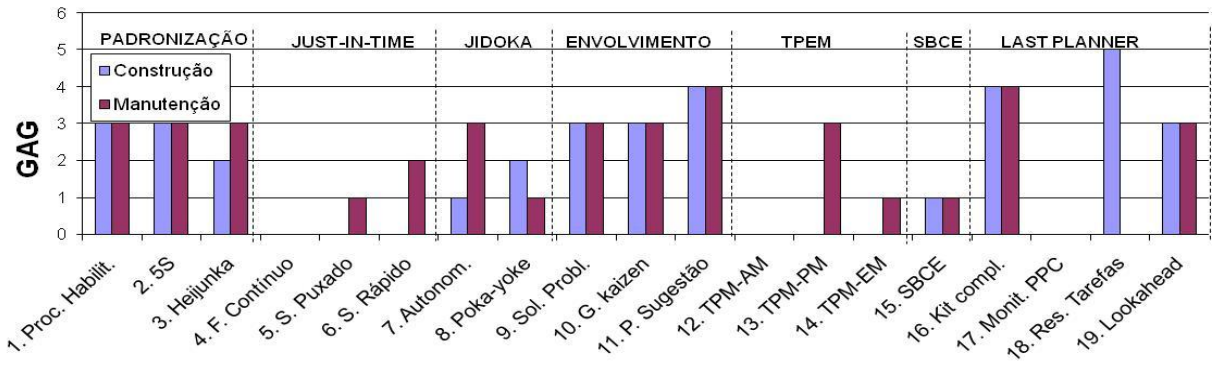

Figura 5 - GAGs das práticas enxutas nos processos de construção e de manutenção

O gráfico mostra um mesmo GAG para as práticas *Procedimentos Habilitadores* e *Sistema 5S* nos dois processos considerados, ambas em nível intermediário, o que sugere que sua aplicabilidade não depende do processo em questão. No caso do *Heijunka*, existe uma pequena diferença a favor do processo de manutenção, que pode ser decorrente da maior facilidade de se nivelar o volume de trabalho na manutenção preventiva, em que as atividades são mais padronizadas e previsíveis que na construção, a qual está mais sujeita a imprevistos.

No subconjunto *Just-In-Time*, observam-se GAGs nulos ou baixos em ambos os processos. Os exemplos de aplicação encontrados para as práticas *Setup Rápido* e *Sistema Puxado* são ainda iniciativas pontuais, isoladas e limitadas de alguns gestores, não caracterizando propriamente uma maior propensão para sua aplicação.

As práticas *Autonomação* e *Poka-yoke* do subconjunto *Jidoka* mostram GAGs variados, mas sem exemplos de aplicação efetiva. Os exemplos de aplicação parcial remetem ao uso de dispositivos desenvolvidos por fornecedores, de uso comum na indústria.

Para as práticas do subconjunto *Envolvimento*, foi observado um mesmo GAG nos dois processos. A razão disso parece estar na própria natureza das práticas deste subconjunto, geralmente implantadas de forma corporativa em todos os processos de uma empresa.

As práticas de *TPM-PM* e *TPM-EM* apresentaram aplicação parcial, e apenas no processo de manutenção. Por se tratarem de práticas que envolvem principalmente competências e

atribuições técnicas da equipe de manutenção, sua aplicação neste processo tende a ser mais freqüente. Já o *TPM-AM* consiste em uma exceção, pois sua aplicação não foi observada em nenhuma das três empresas. O principal motivo seria o fato de nas RDUs não existir propriamente a função de operador de produção cujas atribuições poderiam ser ampliadas para incluir a manutenção autônoma.

Para a prática do *SBCE*, também foi observado um mesmo GAG nos dois processos. Nesse caso, a equivalência é esperada, já que a própria natureza do *SBCE* exige que todas as áreas sejam envolvidas simultaneamente em sua aplicação.

As práticas do subconjunto *Last Planner* revelam situações diferentes entre si. Para a prática da *Reserva de Tarefas* foi observado um maior GAG na fase de construção, o que se explica por se tratar de uma prática eminente da abordagem de Construção Enxuta. Porém, para as práticas de *Kit Completo* e *Lookahead*, que têm a mesma origem, os GAGs observados nos dois processos foram os mesmos, o que sugere que as fronteiras do seu campo de aplicação podem extrapolar os limites da atividade para a qual foram criadas. Já no caso da *Medição e Monitoramento do PPC*, não foi observada nenhuma aplicação prática.

8.2. Motivação para aplicação de práticas enxutas em RDUs

A discussão da segunda questão de pesquisa (Q2), remete à consideração dos Graus de Relação de cada prática enxuta nas empresas e processos estudados. Para isso, de modo análogo ao tratamendo dado ao GA na Seção 8.1, faz-se necessário definir a variável cumulativa Grau de Relação Geral (GRG), também entre zero (0) e seis (6), calculado como a somatória dos Graus de Relação (GR) observados nas empresas da amostra para uma determinada prática em cada processo objeto de estudo: construção e manutenção.

A Figura apresenta comparativamente os Graus de Relação verificados para cada prática enxuta nos dois processos, para a amostra de empresas de RDU estudadas.

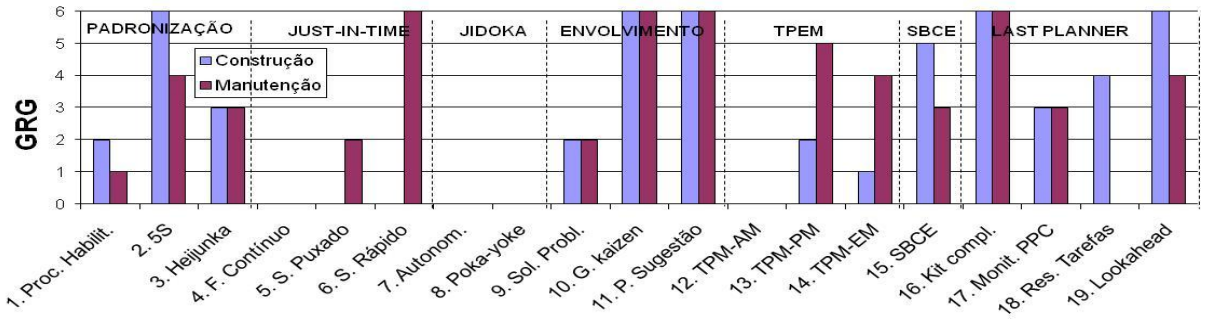

Figura 6 - GRGs das práticas enxutas nos processos de construção e de manutenção

Os GRGs das práticas *Procedimentos Habilitadores* e *Sistema 5S* são ligeiramente maiores no processo de construção que no processo de manutenção, enquanto o do *Heijunka* é o mesmo nos dois processos. Essa realidade, no entanto, parece estar mais relacionada com a receptividade dos entrevistados a novas práticas de racionalização dos processos do que à aplicabilidade em si de cada prática nos processos considerados.

Para as práticas *Fluxo Contínuo* e *Sistema Puxado.*, o GRG se mostrou nulo ou bastante fraco em ambos os processos. Dada a suposta complexidade das tarefas, em que a cada dia são realizadas atividades em locais diferentes, em nenhuma empresa foi possível identificar uma motivação para aplicação destas práticas. Já no caso do *Setup Rápido*, todos os entrevistados

do processo de manutenção mostraram interesse e disposição em adaptar esta prática ao seu contexto, enquanto os do processo de construção alegaram haver dificuldades para isso.

O GRG nulo das práticas *Autonomação* e *Poka-yoke* em ambos processos considerados sugere que, não obstante alguns exemplos de sua aplicação tenham sido observados, tais exemplos não evidenciam uma efetiva preocupação com o conceito fundamental do *Jidoka* de evitar desperdícios.

No caso de *Solução de Problemas*, *Grupos Kaizen* e *Programas de Sugestão*, o GRG foi avaliado igual nos dois processos. Isso se deve ao fato dessas práticas terem sido introduzidas e desde então promovidas de forma corporativa nas empresas consideradas.

Já no caso de *TPM-PM* e *TPM-EM*, os valores de GRG se mostraram maiores no processo de manutenção que no processo de construção. Isso se justifica pelo fato dos equipamentos usados no primeiro serem de propriedade da empresa, enquanto os do segundo pertencem geralmente às empreiteiras. Já o GRG da prática de TPM-AM foi avaliado como nulo, não sendo considerado aplicável pelos entrevistados.

No caso do *SBCE*, o GRG no processo de construção foi avaliado como ligeiramente maior que no processo de manutenção. Porém, há de se levar em conta que a efetiva prática do *SBCE* precisa ser articulada de forma corporativa, envolvendo ambos processos.

O GRG do *Kit Completo* e *Monitoramento do PPC* foi avaliado como igual nos dois processos, enquanto que para a prática do *Lookahead* foi identificada um grau relativamente maior no processo de construção. A única prática do *Last Planner* para a qual não houve certo equilíbrio entre os Graus de Relação verificados nos dois processos é a *Reserva de Tarefas*, pelo qual os entrevistados do processo de construção demonstraram um maior interesse.

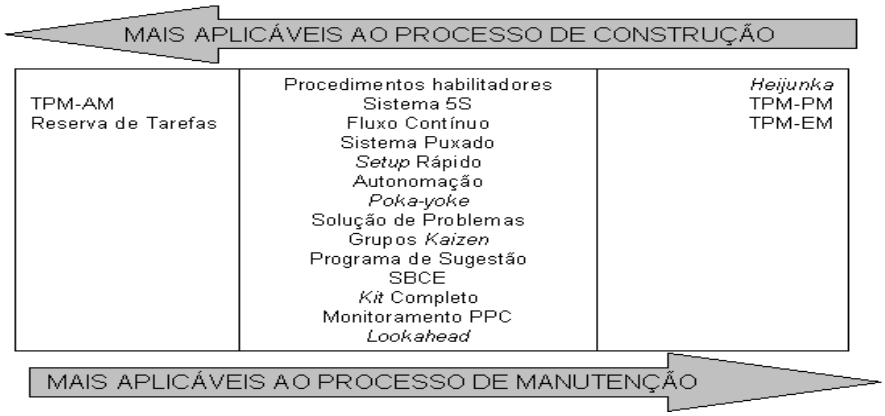

Figura 7 - Aplicabilidade das práticas enxutas nos processos de construção e manutenção

8.3. Aplicabilidade das Práticas Enxutas em RDUs

Uma avaliação geral quanto à aplicabilidade de cada elemento da relação de práticas enxutas investigada neste estudo é apresentada na Figura . Analisando-se as práticas individualmente de forma crítica, apenas nos seguintes casos foi constatada uma real diferença quanto à aplicabilidade das mesmas nos processos considerados:

– *TPM-AM:* Não se mostra aplicável ao processo de manutenção, pois não faz sentido promover a importância e utilidade da manutenção autônoma num processo em que todos já têm a manutenção como principal função.
– *Reserva de Tarefas:* Não se observou aplicabilidade no processo de manutenção. Isso se

deve ao fato da quantidade de tarefas executáveis que podem ser alocadas para uma equipe de manutenção geralmente já ser suficiente, não sendo necessária maior preocupação a respeito disso para fins de programação das atividades.

– *Heijunka:* O nivelamento da produção em volume mostra-se aplicável tanto ao processo de construção quanto ao de manutenção. Já o nivelamento em *mix* – uma programação de produção com previsão de repetição de tarefas de natureza semelhante a cada período – mostrou-se dificilmente aplicável no processo da construção, uma vez que cada trabalho costuma ser único.
– *TPM-PM* e *TPM-EM*: É alta em ambos os processos, mas no processo de manutenção ela é relativamente maior. O motivo é que, no processo de manutenção, a própria RDU é o principal equipamento a ser mantido e, sendo assim, sua disponibilidade e condições de operação impactam diretamente na distribuição da utilidade aos clientes.

9. Conclusão

As análises realizadas por meio de estudos de caso indicam que a maioria das práticas pode ser aplicada no contexto das RDUs e, com raras exceções, sua aplicabilidade é verificada nos dois processos estudados. No entanto, para aplicá-las efetivamente, é necessário que as empresas de RDU superem algumas barreiras hoje presentes.

A primeira é que muitas das práticas ainda são aplicadas visando-se exclusivamente a segurança operacional da rede e/ou a segurança ocupacional dos profissionais. A aplicação com este foco deve certamente continuar, mas pode-se também passar a explorar as mesmas práticas com o objetivo de melhorar a qualidade, custo ou *lead time* nos processos considerados. Um exemplo é a *Solução de Problemas*: todas as empresas mostraram possuir ferramentas para investigar acidentes envolvendo seus funcionários e suas redes; sendo assim, elas poderiam estender a aplicação desta ferramenta à investigação de problemas que impedem as atividades de serem executadas, gerando atrasos ou custos desnecessários.

Outra dificuldade está na separação entre quem executa a atividade e quem planeja como tal atividade deve ser executada. Esta separação, típica em empresas em que prevalece um sistema de gestão do estilo Taylorista/Fordista, destoa da abordagem mais participativa recomendada pelos adeptos da produção enxuta. As empresas de RDU que desejarem aderir aos princípios da produção enxuta precisarão ampliar a inserção dos operadores que atuam nos processos considerados nas iniciativas de racionalização das atividades que executam.

Uma terceira dificuldade consiste no envolvimento de toda a equipe da empresa para a aplicação de práticas enxutas. Para que os esforços nesta direção sejam bem sucedidos, é preciso que tal iniciativa venha da alta direção e seja disseminada em todos os níveis hierárquicos. A efetividade disso foi observada, por exemplo, nos esforços de implantação do *Sistema 5S* na Empresa A e do *Programa de Sugestão* nas Empresas A e B, de forma corporativa. Iniciativas isoladas tomadas por algumas áreas não surtem o mesmo efeito.

Por fim, existe a necessidade de se manter disciplina e constância na aplicação das práticas consideradas, visando à melhoria contínua dos processos. Foram verificados exemplos de aplicações de práticas enxutas que ocorreram no passado mas que, por alguma dificuldade, acabaram sendo abandonadas, como foi o caso do *SBCE* na Empresa C.

Com a superação de tais barreiras, espera-se que as empresas de RDU possam ter maior sucesso na aplicação de práticas enxutas. Ao final, os principais beneficiados por soluções que melhoram a produtividade serão os próprios consumidores – que passariam a receber serviços com mais qualidade e rapidez de atendimento a um menor custo – e, principalmente, a

população ainda não atendida pelos serviços, para a qual a diminuição do custo tende a facilitar o acesso à utilidade desejada e seu consumo.

Referências

BALLARD, H. G. *The Last Planner System of Production Control.* Tese (Doutorado) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birminghham, Birmingham, 2000.

BALLARD, G. & HOWELL, G. *Shielding Production: Essential Step in Production Control.* Journal of Construction Engineering and Management, v. 124, n. 1, p. 11-17, 1998.

DENNIS, P. *Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo.* Tradução de Rosalia Angelita Neumann Garcia. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GÓMEZ-IBÁÑEZ, J. A. *Regulating Infrastructure: Monopoly, Contracts, and Discretion.* Estados Unidos: Harvard University Press, 2006.

HARTMANN, E. H. *Successfully installing TPM in a Non-Japanese Plant.* Pittsburg: TPM Press, 1992.

HJALMARSSON, L. & VEIDERPASS, A. *Productivity in Swedish Electricity Retail Distribution.* The Scandinavian Journal of Economics, v. 94, Supplement.p. 193-205, 2002.

JACOB, N. A. & SIOSHANSI, F. P. *Transforming Traditional Utilities in the New World of Competition.* The Electricity Journal, v. 15, n. 1, p. 84-91, 2002.

KEMPENICH, S. *Práticas de produção enxuta no contexto da construção e manutenção de Redes de Distribuição de Utilidades.* 2009. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2009.

KESSIDES, I. N. *Infrastructure Privatization and Regulation: Promises and Perils*. The World Bank Research Observer, v. 20, n. 1, p. 81-108, 2005.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE (LEI). *Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean.* Edição de Chet Marchwinski e John Shook. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

LIKER, J. K. *O Modelo Toyota - 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo.* Porto Alegre: Bookman, 2005.

NAKAJIMA, S. *Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance.* Tradução de Mario Nishimura. São Paulo: IMC International Sistemas Educativos Ltda., 1989.

NEWBERY, D. M. G. *Privatisation and Liberalisation of Network Utilities.* European Economic Review, v. 41, n. 3, p. 357-383, 1998.

NEWBERY, D. M. G. *Privatization, Restructuring, and Regulation of Network Utilities.* 3rd Ed. Estados Unidos: Walras-Pareto Lectures, 2001.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala.*Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. *Sectoral Activities Programme. Note on the proceedings Tripartite Meeting on Challenges and Opportunities facing Public Utilities.* Geneva: 19-23 May 2003. Genebra: International Labour Office Geneva, 2003.

PALMEIRA, J. N. & TENÓRIO, F. G. *Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total.* Rio de Janeiro: FGV Editora, 2002.

REILLY, T. *Distributors and their value propositions.* Industrial Distribution, v. 97, n. 9, p. 23, 2008.

ROULS, D. *Field of Dreams: Mobile workers provide the next oportunity for utility productivity gains.* Public Utilities Forthnightly, v. 143, n. 3, p. 39-40, Mar 2005.

SCHMALENSEE, R. *A Note on Economies of Scale and Natural Monopoly in the Distribution of Public Utility Services.* The Bell Journal of Economics, v. 9, n. 1, p, 270-276, 1978.

SENA, R. M. *Manutenção Produtiva Total na Adaptação Estratégica: um Estudo na Eletronorte de 1996 a 2001*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

TSANG, A. H. C. *Strategic dimensions of maintenance management.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 8, n. 1, p. 7-39, 2002.

WARD, A. *et al.* *The Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions Can Make Better Cars Faster*. Sloan Management Review, v. 36, n. 3, p. 43-61, Spring 1995.