

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Geovani Furini

DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DO USO DOS PRINCÍPIOS  
DA PRODUÇÃO ENXUTA: Estudo de caso em uma  
empresa do setor de siderurgia

Porto Alegre

2009

**Geovani Furini**

**DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DO USO DOS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA: Estudo de caso em uma empresa do setor de siderurgia**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional, na área de concentração em Sistemas de Produção.

**Orientador: Tarcisio Abreu Saurin, Dr.**

**Porto Alegre**

**2009**

**Geovani Furini**

**DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DO USO DOS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA: Estudo de caso em uma empresa do setor de siderurgia**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Prof. Tarcisio Abreu Saurin, Dr.**

Orientador PPGEP/UFRGS

---

**Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Ph.D.**

Coordenador PPGEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

**Professora Giovana Savitri Pasa, Dra. (PPGEP/UFRGS)**

**Professora Iamara Rossi Bulhões, Dra.**

**Professor Michel Anzanello, Ph.D. (PPGEP/UFRGS)**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio integral e compreensão durante todo tempo em que estive mais ausente deles para poder dedicar-me a este trabalho.

Ao professor Tarcisio, por seu empenho, disponibilidade e valorosas dicas e críticas que foram fundamentais para estruturar este trabalho.

À empresa onde trabalho, por acreditar no meu potencial e me incentivar a buscar mais esta capacitação, além de possibilitar a realização do estudo de caso desta dissertação nas suas dependências.

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo desenvolver diretrizes para avaliar o uso dos princípios da produção enxuta (PE). Estes princípios foram identificados com base em uma revisão da literatura, enfatizando obras de autores clássicos do sistema da PE. As diretrizes foram testadas por meio de um estudo de caso em uma fábrica de pregos que faz parte de uma planta siderúrgica, que vem adotando a filosofia enxuta desde 2004. As etapas da avaliação dos princípios foram as seguintes: a) avaliar qualitativamente um conjunto de práticas da PE presentes no setor estudado; b) entrevistas com treze operadores para avaliar o seu conhecimento e uso dos princípios da PE; c) elaboração de um questionário para avaliar o uso dos princípios da PE no setor; d) aplicação do questionário junto a 44 funcionários; e) análise dos resultados e f) reunião de retorno dos questionários aos funcionários. No estudo de caso os resultados foram agrupados em quatro constructos: solução de problemas, funcionários e fornecedores externos, processo e filosofia. Os resultados mostraram que os operadores julgam conhecer e vivenciar os princípios da PE no seu dia-a-dia. Entretanto, alguns princípios, como “produzir em fluxo contínuo” e “puxar a produção”, não tiveram respaldo na etapa de observação direta do processo. De fato, embora os operadores tenham respondido nos questionários que usavam esses princípios com grande intensidade, isso não corresponde à realidade no chão de fábrica.

**Palavras-chave:** Produção enxuta, siderurgia, medição de desempenho.

## ABSTRACT

This work aims to develop guidelines to evaluate the use of lean production (LP) principles. These principles have been identified based on a review of the literature, emphasizing works of classic authors of the LP system. The guidelines were tested through a case study in a nail factory that is part of a steel plant, which has adopted the lean philosophy since 2004. The stages of assessment principles are as follows: a) to evaluate qualitatively a set of LP practices present in the studied factory; b) interviews with thirteen operators to assess their knowledge and use of the LP principles; c) development of a questionnaire to evaluate the use of the LP principles in the factory; d) application of the questionnaire to 44 members; e) result analysis and f) return the questionnaires results in a meeting with the employees. In the case study, results were grouped into four constructs: problem solving, staff and external suppliers, process and philosophy. The results showed that the operators assume they know and live the LP principles in their day-to-day. However, certain principles such as "to produce in continuous flow" and "pulled production", they had not support in the stage of direct observation of the process. In fact, although the operators have answered that used these principles with great intensity, that is not the reality on the factory floor.

**Key-words:** Lean production, siderurgy, performance measurement.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do sistema de produção enxuta .....	19
Figura 2 – <i>Iceberg</i> do sistema de produção enxuta .....	21
Figura 3– Os princípios do Modelo Toyota.....	26
Figura 4 – Os princípios da produção enxuta adotados neste trabalho .....	27
Figura 5 – Delineamento da pesquisa .....	45
Figura 6 – Estrutura organizacional da empresa .....	46
Figura 7 – Relação entre práticas da PE e práticas da gestão da empresa estudada .....	48
Figura 8 – Exemplo de pontos observados na lista de verificação.....	51
Figura 9 – Estrutura da avaliação das práticas da PE .....	52
Figura 10 – Associação das questões com os princípios da PE .....	55
Figura 11 – Exemplo pergunta do questionário .....	56
Figura 12 – Cronograma de entrega dos questionários .....	58
Figura 13 – Cronograma geral das atividades práticas do estudo de caso .....	60
Figura 14– Questões relacionadas com o constructo solução de problemas.....	62
Figura 15 – Questões relacionadas com constructo funcionários e fornecedores externos...	62
Figura 16– Exemplo de questões relacionadas com o constructo processo .....	63
Figura 17 – Exemplo de questões relacionadas com o constructo filosofia .....	63
Figura 18 – Associação entre constructos, princípios da PE e questões.....	64
Figura 19 – Evidências e fontes de evidências de dados.....	65
Figura 20 – Leiaute da fábrica de pregos .....	68
Figura 21 – Uso dos princípios da PE na fábrica estudada .....	103

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Os dez princípios da produção enxuta segundo Dennis (2007) .....	23
Tabela 2 – Os oito princípios do STP segundo Shingo (1996) .....	24
Tabela 3 – Os sete princípios do STP segundo TMC (1995) .....	24
Tabela 4 – Os quatro princípios do STP segundo Spear e Bowen (1999).....	25
Tabela 5 – Os cinco princípios da PE segundo Womack e Jones (1998) .....	25
Tabela 6 – Os quatro princípios da produção enxuta segundo Mann (2005).....	26
Tabela 7 – Distribuição das entrevistas com operadores .....	54
Tabela 8 – Distribuição e retorno dos questionários .....	86
Tabela 9 – Perfil dos participantes da pesquisa .....	87
Tabela 10 – Teste de consistência Alfa de Cronbach, dos questionários aplicados .....	89
Tabela 11 – Correlações existentes entre as questões .....	90
Tabela 12 – Resultados dos questionários .....	91



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	CONTEXTO.....	11
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.3	OBJETIVO GERAL.....	15
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5	LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	16
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA .....	17
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	17
2.2	DEFINIÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	17
2.3	VISÃO GERAL DO SISTEMA DE PE.....	19
2.4	PRINCÍPIOS DA PE.....	22
2.5	PRINCÍPIOS DA PE ADOTADOS NESTE TRABALHO.....	27
2.5.1	PRODUZIR EM FLUXO CONTÍNUO .....	28
2.5.2	PUXAR A PRODUÇÃO.....	28
2.5.3	CRIAR VALOR PARA O CLIENTE.....	29
2.5.4	ELIMINAR AS PERDAS AO LONGO DA CADEIA DE VALOR.....	30
2.5.5	PROMOVER A MELHORIA CONTÍNUA .....	30
2.5.6	PADRONIZAR AS TAREFAS.....	31
2.5.7	CONTROLAR VISUALMENTE OS PROCESSOS PARA EXPOR OS PROBLEMAS .....	31
2.5.8	OBTER COMPROMETIMENTO DA LIDERANÇA E DA EQUIPE.....	32
2.5.9	CRIAR DISPOSITIVOS QUE SEPARAM O TRABALHADOR DA MÁQUINA.....	33
2.5.10	PARAR A PRODUÇÃO PARA RESOLVER OS PROBLEMAS .....	33
2.5.11	VER POR SI MESMO OS PROBLEMAS AONDE ELES OCORREM .....	34
2.5.12	DESENVOLVER E CAPACITAR AS PESSOAS .....	34
2.5.13	TOMAR DECISÕES POR CONSENSO, CONSIDERANDO TODAS AS OPÇÕES E IMPLEMENTÁ-LAS COM RAPIDEZ .....	35
2.5.14	USAR SOMENTE TECNOLOGIA CONFIÁVEL E COMPLETAMENTE TESTADA.....	36
2.5.15	PRODUZIR NIVELADAMENTE, DE ACORDO COM A DEMANDA DO MERCADO .....	37
2.5.16	TOMAR DECISÕES PENSANDO EM LONGO PRAZO.....	38
2.5.17	CONSTRUIR RELAÇÕES DE PARCERIA COM A REDE DE FORNECEDORES .....	39
2.5.18	MANUTENÇÃO PREVENTIVA DOS EQUIPAMENTOS PARA EVITAR QUEBRAS.....	39
2.6	AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE IMPLANTAÇÃO DA PE .....	40
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	43
3.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA .....	43
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	44
3.3	DESCRIÇÃO DA EMPRESA .....	45
3.4	ETAPAS DA AVALIAÇÃO DO USO DOS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA .....	49
3.4.1	ESCOLHA DO SETOR NA EMPRESA PARA A REALIZAÇÃO DO ESTUDO APLICADO .....	50
3.4.2	AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO DAS PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	50
3.4.3	ENTREVISTAS COM OPERADORES ACERCA DO USO DOS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	53
3.4.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS E ELABORAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS.....	55
3.4.5	APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS .....	57
3.4.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS .....	58
3.4.7	RETORNO DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS AO PESSOAL DA EMPRESA .....	59

3.4.8	RESUMO DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO ESTUDO APLICADO .....	60
3.5	ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	61
3.5.1	ORGANIZAÇÃO POR CONSTRUCTOS .....	61
3.5.2	EVIDÊNCIAS E FONTES DE EVIDÊNCIA PARA ORGANIZAÇÃO DA ANÁLISE .....	64
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	66
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	66
4.2	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO .....	66
4.3	AVALIAÇÃO QUALITATIVA DAS PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	69
4.3.1	PRODUÇÃO PUXADA .....	69
4.3.2	INTEGRAÇÃO DA CADEIA DE FORNECEDORES .....	72
4.3.3	OPERAÇÕES PADRONIZADAS.....	73
4.3.4	NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO .....	74
4.3.5	BALANCEAMENTO DA PRODUÇÃO.....	75
4.3.6	FLEXIBILIZAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA .....	75
4.3.7	CONTROLE DA QUALIDADE ZERO DEFEITOS .....	77
4.3.8	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL .....	79
4.3.9	TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF).....	81
4.3.10	GERENCIAMENTO VISUAL.....	82
4.3.11	MELHORIA CONTÍNUA.....	84
4.4	AVALIAÇÃO DO USO DOS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA .....	86
4.4.1	NÚMERO DE QUESTIONÁRIOS ENTREGUES E VALIDADOS .....	86
4.4.2	CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO PARTICIPANTE DA PESQUISA.....	87
4.4.3	TESTE DE CONSISTÊNCIA INTERNA ALFA DE CRONBACH .....	88
4.4.4	TESTE DE CORRELAÇÃO.....	89
4.4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS .....	90
4.4.5.1	CONSTRUCTO SOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	92
4.4.5.2	CONSTRUCTO FUNCIONÁRIOS E FORNECEDORES EXTERNOS .....	93
4.4.5.3	CONSTRUCTO PROCESSO .....	95
4.4.5.4	CONSTRUCTO FILOSOFIA.....	101
4.4.6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	102
5	CONCLUSÕES .....	106
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	111

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto

A disputa para manter ou conquistar novos mercados a nível global tem levado as empresas a buscarem um constante aprimoramento dos seus processos de produção, a fim de reduzirem custos e manterem-se competitivas frente aos seus concorrentes. Um dos paradigmas de produção mais discutidos na literatura e que desperta a atenção de muitas empresas que querem aumentar o desempenho dos seus processos é o sistema de produção enxuta (MOAYED e SHELL, 2009).

De acordo com Womack et al. (2004), a produção enxuta (PE) tem origem no sistema de produção desenvolvido pela Toyota na década de 50, no início de sua produção de automóveis. A PE surgiu de profundas melhorias no sistema de produção em massa de Henry Ford (Womack et al., 2004) visando, principalmente, a redução dos custos através da eliminação das perdas na cadeia de produção, juntamente com o aumento da qualidade e da satisfação dos clientes (MOAYED e SHELL, 2009; HOLWEG, 2007).

Por mais de duas décadas o tema PE vem sendo discutido no meio acadêmico e uma série de práticas que compõem este sistema foram identificadas e amplamente estudadas (BROWNING e HEATH, 2009; SHAH e WARD, 2003; KARLSSON e AHLSTROM, 1996). Diversos trabalhos foram publicados discutindo os ganhos obtidos com a aplicação destas práticas na indústria, despertando o interesse para a implantação da PE em diversos setores, tanto de produção quanto de serviços, e em atividades que envolvem desde o desenvolvimento de produto, compras, manufatura até a distribuição (KARLSSON e AHLSTROM, 1996).

Contudo, embora os conceitos e práticas da PE tenham sido extensamente estudados e divulgados nos últimos anos, são poucas as companhias que obtém o sucesso pleno na implantação (SHAH e WARD, 2003; MCLACHLIN, 1997). Spear e Bowen (1999) acreditam que

isto se deve ao fato de que a maioria dos imitadores do sistema Toyota de produção confundem as práticas do sistema com o próprio sistema em si.

Outros trabalhos creditam a baixa taxa de sucesso de implantação da PE nas empresas à falta de apoio gerencial e deficiência na comunicação entre as pessoas (WORLEY e DOOLEN, 2006), ou à implantação de somente algumas ferramentas da PE e não o sistema como um todo (MCLACHLIN, 1997). Fullerton e McWatters (2001) também destacam a resistência à mudança, falta de conhecimento sobre os conceitos da PE, fornecedores despreparados e um sistema inadequado de medição do desempenho como fatores que impedem a plena transformação enxuta.

Desta forma, surgiu a necessidade de avaliar o nível de implantação da PE nas empresas, como forma de identificar e antecipar obstáculos que possam impedir o progresso da introdução da PE (KARLSSON e AHLSTROM, 1996).

Ainda não existe um método amplamente difundido na literatura para avaliar o nível de implantação da PE. Contudo, são disponíveis métodos originados em iniciativas de associações profissionais e, em maior número, trabalhos de pesquisadores que tentaram avaliar o progresso da implantação da PE através de *surveys* (MOAYED e SHELL, 2009; SHAH e WARD, 2007; SHAH e WARD, 2003; SORIANO-MEIER e FORRESTER, 2002; FULLERTON e MCWATTERS, 2001) ou através de pesquisa aplicada nas empresas (GURUMURTHY e KODALI, 2009; SAURIN e FERREIRA, 2008<sup>(1)</sup>; NOGUEIRA e SAURIN, 2008; ANCHANGA et al., 2006; WORLEY e DOOLEN, 2006; AHLSTRÖM e KARLSSON, 2000; MCLACHLIN, 1997; KARLSSON e AHLSTRÖM, 1996) .

Outra forma de classificar os estudos de avaliação da implantação da PE é por meio da identificação dos trabalhos que enfatizam a avaliação das práticas ou a avaliação dos princípios. A avaliação das práticas, pelo caráter operacional das mesmas, se torna mais simplificada pela possibilidade de quantificação dos elementos envolvidos, como custo, tempo e matéria-prima (NOGUEIRA e SAURIN, 2008).

A literatura recomenda que se inicie a transformação em direção à PE pela adoção das práticas enxutas (MANN, 2005). Entretanto, isso pode levar à desconsideração de fatores subjetivos relacionados à PE, como por exemplo, o envolvimento dos funcionários com a

mudança, mas igualmente importantes no processo de implantação deste sistema na empresa.

Os aspectos subjetivos estão associados mais com os princípios da PE do que com as práticas. Os princípios determinam os alicerces do sistema, são as regras que o sistema produtivo como um todo deve seguir. Já as práticas viabilizam a implementação dos princípios (SAURIN e FERREIRA, 2008<sup>(1)</sup>).

Avaliar, no início da transformação enxuta, a incorporação dos princípios associados a ela, se torna importante na medida em que o sucesso da implantação da PE depende também de uma mudança na cultura organizacional (LIKER, 2005). Mudar a cultura organizacional, por sua vez, significa abandonar velhos hábitos e adaptar-se aos novos desafios impostos pela mudança (SCHEIN, 1992).

Um dos motivos que dificulta a avaliação dos princípios da PE é o fato de haver divergência na literatura acerca de quais são os princípios fundamentais. Autores como Spear e Bowen (1999), Womack e Jones (1998), Shingo (1996), Dennis (2005) e Liker (2005) trazem cada um a sua visão dos princípios da PE, ora enfatizando exclusivamente o processo produtivo, ora acrescentando princípios relacionados à capacitação e envolvimento das pessoas com o sistema.

Desta forma, a definição dos princípios fundamentais da PE deve ser o primeiro passo para qualquer tentativa de avaliar o seu uso em uma organização (KARLSSON e AHLSTRÖM, 1996).

## 1.2 Problema de pesquisa

No sistema de PE, perdas podem ser definidas como atividades que consomem recursos e não agregam valor (GHINATO, 2000). Este conceito pode ser aplicado também na própria implantação do sistema de PE, pois se o mesmo estiver sendo conduzido de forma equivocada (por exemplo, sem envolver os operadores e sem atacar as causas básicas geradoras das perdas) somente estará consumindo os recursos da empresa sem chegar a

resultados consistentes. Este fato reforça a importância de avaliar o progresso da transformação em direção à PE, a fim de explicitar os pontos fortes e fracos do processo e tomar as medidas corretivas necessárias que evitem o desperdício de recursos da empresa.

A avaliação do nível de implantação da PE permite estabelecer um panorama de qual estágio a empresa se encontra. Além disso, permite conhecer os pontos fortes e identificar oportunidades de melhoria, distribuindo melhor os recursos e priorizando ações.

Por outro lado, a implantação da PE deve ser avaliada de maneira estruturada, de forma que o trabalho possa ser reproduzido posteriormente no mesmo setor avaliado, para verificar a evolução da absorção dos princípios da PE na organização. Desta forma, diretrizes para avaliar a implantação da PE devem ser estabelecidas. Estas diretrizes devem seguir uma seqüência lógica e buscar embasamento teórico.

As diretrizes para avaliação dos princípios da PE devem ser testadas empiricamente para verificar a consistência do modelo proposto e realizar os ajustes necessários. Diversos autores têm realizado suas pesquisas por meio de *surveys*, que consistem na avaliação quantitativa da percepção das pessoas sobre determinadas questões sem, necessariamente, haver o contato direto do pesquisador com os entrevistados e a empresa (FERREIRA, 2006).

Um estudo de caso se mostra mais adequado neste tipo de pesquisa devido à abordagem explicativa (responde questões do tipo como e por que) (MCLACHLIN, 1997). Além disso, a gestão da produção é fundamentalmente uma disciplina aplicada e o estudo de caso permite compreender o contexto organizacional real que leva o desempenho a ser melhor ou pior em cada dimensão (MCLACHLIN, 1997).

Saurin e Ferreira (2008) <sup>(2)</sup> propuseram diretrizes para avaliar os impactos da PE sobre as condições de trabalho, aplicando-as em uma linha de montagem de colheitadeiras. Este trabalho destaca-se pelo uso de múltiplas fontes de evidências, oportunidade de participação dos operadores, combinação de abordagens quantitativas e qualitativas, existência de uma lista de práticas da PE e uso de observação direta.

Em particular, o uso de observação direta como fonte de evidência vai de encontro com um princípio chave da PE, qual seja o de observar os problemas no local em que eles realmente estão se manifestando (MANN, 2005).

O presente trabalho tomará como referência as diretrizes propostas na pesquisa de Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup>. Contudo, é necessário adaptar tais diretrizes para a avaliação de princípios da PE, bem como testá-las em outro contexto organizacional. A adaptação se faz necessária pela diferença dos objetivos principais dos dois trabalhos. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar essa adaptação por meio de um estudo de caso em uma fábrica de pregos de uma siderúrgica.

A empresa onde foi realizado este estudo de caso, por sua vez, tem necessidade de saber quais práticas foram incorporadas nas rotinas do dia-a-dia, quais tiveram seu uso decaído e se os princípios da PE estão sendo incorporados à cultura da empresa. Com base nestas informações, a fábrica estudada poderá, por exemplo, estruturar um plano de ação para direcionar recursos ou corrigir desvios em alguma etapa do seu processo para aumentar o desempenho dos seus indicadores de produção, qualidade e segurança.

### 1.3 Objetivo geral

O objetivo geral desta dissertação é desenvolver diretrizes para avaliar o uso dos princípios da PE em um processo de manufatura.

### 1.4 Objetivos específicos

O objetivo específico deste trabalho é identificar pontos fortes e fracos sobre o desempenho na implantação dos princípios da PE no setor estudado.

## 1.5 Limitações do Trabalho

O presente trabalho teve foco na adaptação de diretrizes para avaliar o uso dos princípios da produção enxuta em uma fábrica de uma empresa do setor siderúrgico. As diretrizes adaptadas refletem as características do contexto da empresa do estudo de caso, uma vez que foi estudado somente um setor de uma só empresa. A aplicação destas diretrizes em outro estudo de caso em outra empresa pode implicar em nova necessidade de adaptações, tendo em vista o novo contexto do processo a ser estudado.

Outra limitação deste trabalho é que não será analisado o histórico dos indicadores de desempenho da fábrica para comparar a evolução dos processos antes e depois da implantação das práticas da PE.

Além disso, o trabalho foi realizado em um período em que se instaurou uma crise na economia global, reduzindo os volumes de produção da empresa estudada e colocando em risco a manutenção de empregos. Este cenário pode ter influenciado na opinião dos operadores entrevistados e que responderam os questionários da pesquisa.

## 1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho divide-se em cinco capítulos. O primeiro capítulo descreve a estrutura do trabalho, seus objetivos e dá uma breve introdução ao tema. Apresenta o problema de pesquisa e suas limitações. O segundo capítulo traz a revisão da literatura sobre a definição da PE e dos princípios fundamentais que compõem este sistema.

O terceiro capítulo apresenta o método de pesquisa, suas etapas e explica os procedimentos para coleta e análise dos dados. No quarto capítulo é feita a apresentação da empresa e apresentados os resultados e discussão da aplicação das diretrizes propostas. No quinto capítulo, são apresentadas as conclusões a respeito do estudo de caso, além de serem propostas sugestões para trabalhos futuros.



## 2 Revisão da literatura

### 2.1 Considerações iniciais

A revisão da literatura apresentada neste capítulo está dividida em seis principais seções. A seção 2.2 procura definir conceitualmente o sistema de produção enxuta. Já a seção 2.3 traz as práticas fundamentais que fazem parte do sistema de PE.

Por sua vez, a seção 2.4 revisa obras de autores clássicos do sistema de PE, apresentando os princípios que norteiam este sistema, segundo cada autor pesquisado. A seção 2.5 traz os princípios da PE adotados no presente trabalho, apresentado uma discussão sobre cada um deles.

Por fim, a seção 2.6 trata de alguns métodos de avaliação da PE encontrados na literatura, bem como descreve o método utilizado como base para a pesquisa deste trabalho.

### 2.2 Definição da produção enxuta

O termo produção enxuta teve origem na obra de Womack et al. (2004), os quais eram pesquisadores do IMVP (*International Motor Vehicle Programme*). A origem da PE na Toyota, como uma evolução do sistema de produção em massa de Henry Ford, tem sido amplamente discutida na literatura nacional e internacional (HOLWEG, 2007; GHINATO, 2000). Talvez em função dessa grande quantidade de estudos, ainda não há uma definição de consenso entre os autores sobre o sistema da PE (PETTERSEN, 2009; SHAH e WARD, 2007).

Uma ilustração dessa falta de consenso é a utilização de termos diferentes para se referir a uma mesma idéia, ou um único termo para referir-se a mais de uma idéia, prática ou ferramenta da PE (SHAH e WARD, 2007). De fato, enquanto alguns autores entendem como equivalentes os conceitos de PE, *Just in time* (JIT) e sistema Toyota de produção (STP), outros autores fazem distinções desses conceitos com diferentes graus de precisão (BROWNING e HEATH, 2009).

Nesta dissertação, entende-se que o STP é um modelo de produção específico da Toyota e a PE representa uma abordagem universal para o STP, abrangendo todos os processos de manufatura (BROWNING e HEATH, 2009; GHINATO, 2000). O JIT, por sua vez, pode ser considerado com um dos elementos que compõem a PE e o STP (SHAH e WARD, 2007).

Nesta dissertação será usada a definição de PE proposta por Womack et al. (2004), qual seja: “a produção enxuta é um sistema de manufatura que tem por objetivo racionalizar o fluxo de produção, enquanto procura continuamente reduzir os recursos necessários para produzir determinado conjunto de itens, através da redução de qualquer tipo de perda”.

Entre tantas definições para o sistema da PE, muitos autores concordam que a essência da PE é a busca contínua da eliminação das perdas (BROWNING e HEATH, 2009; SHAH e WARD, 2007; WORLEY e DOOLEN, 2006; TREVILLE e ANTONAKIS, 2006; SHAH e WARD, 2003; BUZBY et al., 2002). São consideradas perdas, as atividades completamente desnecessárias que geram custo, não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas do processo (GHINATO, 2000).

De acordo com Ghinato (2000), Taiichi Ohno classificou as perdas no sistema produtivo em sete grandes grupos: i) perda por superprodução: produzir além do volume programado ou produzir antes do momento necessário; ii) perda por espera: intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado; iii) perda por transporte: o transporte é uma atividade que não agrega valor, e como tal, pode ser encarado como perda que deve ser minimizada; iv) perda no próprio processamento: parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto/serviço; v) perda por estoque: estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado; vi) perda por movimentação: movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação e vii) perda por

fabricação de produtos defeituosos: resultado da geração de produtos que apresentem alguma característica de qualidade fora de uma especificação estabelecida e que por esta razão, não satisfaçam a requisitos de uso.

## 2.3 Visão geral do sistema de PE

### 2.3.1. As práticas fundamentais da PE

Segundo Ghinato (1999) o sistema de PE está estruturado sobre a base da completa eliminação de perdas e tem o *Just in time* (JIT) e o *Jidoka* como suas práticas fundamentais. Dentre as diferentes formas de representar o sistema da PE, Ghinato (2000) utiliza o modelo apresentado na Figura 1. Neste modelo, a estabilidade dos processos é base de todo o sistema. Em seguida, além do JIT e *Jidoka*, outros componentes essenciais do sistema são apresentados, relacionando-se entre si para sustentar a satisfação dos clientes, representada no topo do modelo da Figura 1.

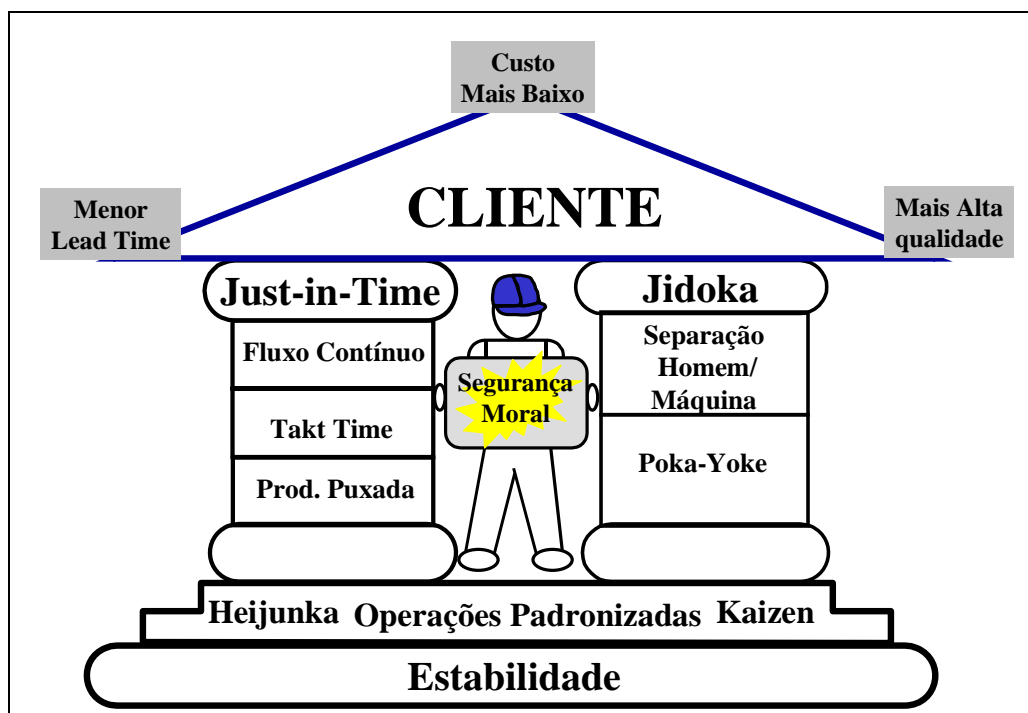


Figura 1 – Estrutura do sistema de produção enxuta (Fonte: Ghinato (2000))

Segundo este modelo, o objetivo é atender da melhor maneira as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, ao mais baixo custo e ao *menor lead time* possível (GHINATO, 2000). Convis (2008) também destaca a filosofia do “cliente em primeiro lugar” como uma das práticas fundamentais da PE, com o qual a gerência deve estar totalmente comprometida. Finalmente, para Ghinato (2000), todo este sistema deve garantir um ambiente de trabalho seguro e o moral elevado da equipe.

Segundo Liker (2005) a chave para o Modelo Toyota e o que a faz sobressair-se não é nenhum dos elementos individuais e sim todos os elementos reunidos como um sistema. De acordo com Spear e Bowen (1999) a Toyota não considera nenhuma destas ferramentas ou práticas como fundamentais para o seu sistema de produção. A empresa as usa meramente como respostas temporárias para problemas específicos até que um aprimoramento seja encontrado ou que as condições mudem. Liker (2005) também considera que o contínuo sucesso da Toyota na implementação dessas ferramentas origina-se de uma filosofia empresarial mais profunda baseada no respeito e na motivação das pessoas.

### 2.3.2. Motivos de insucesso na implantação da PE

Baggaley (2006) e Nazareno (2003 apud Junqueira et al., 2004) identificaram empresas que não tiveram sucesso ao implementar projetos de PE, sendo comuns as interrupções no processo de implementação sem saber ao certo como prosseguir, bem como sustentar os resultados obtidos. Dentre outras razões para o fracasso dos projetos, Nazareno (2003 apud Junqueira et al., 2004) destaca que pouca atenção é dada à questão do impacto dessas mudanças na organização. Liker (2005) afirma que a maioria das empresas concentra-se demais nas ferramentas da PE, sem compreender o conceito de “enxuto” como todo um sistema que deve permear a cultura da organização.

Na maioria das empresas onde o conceito é implementado, explica Liker (2005), a administração superior não se envolve com as operações do dia-a-dia e com a melhoria contínua. Para este autor, o sucesso de uma implantação de PE baseia-se, essencialmente, na habilidade da empresa de cultivar liderança, equipes e cultura para criar estratégias,

construir relacionamentos com fornecedores e manter uma organização capaz de aprender com suas falhas e sucessos.

Para Convis (2008) a razão para a falha na implantação da PE é a tentativa de implementar elementos individuais ao invés de todo o sistema. Convis (2008) afirma que os elementos do sistema de PE são integrados e interdependentes e que qualquer tentativa de implementar este sistema parcialmente está destinada a produzir resultados insatisfatórios.

De acordo com Womack (2008) a Toyota se concentrou primeiramente em implementar um sistema de gestão, antes de pensar sobre técnicas enxutas específicas. Por outro lado, a maioria das empresas que copiaram a Toyota fez exatamente o contrário, aplicando primeiramente as ferramentas (WOMACK, 2008). Segundo Mann (2005), é o sistema de gestão baseado em disciplina e rotinas diárias de acompanhamento do processo que sustentam a implantação das práticas enxutas. Para este autor, a transformação *lean* começa com a mudança de antigos hábitos de trabalho, nas novas informações necessárias para gerir a produção e na alteração das rotinas do dia-a-dia, antes das mudanças físicas do processo.

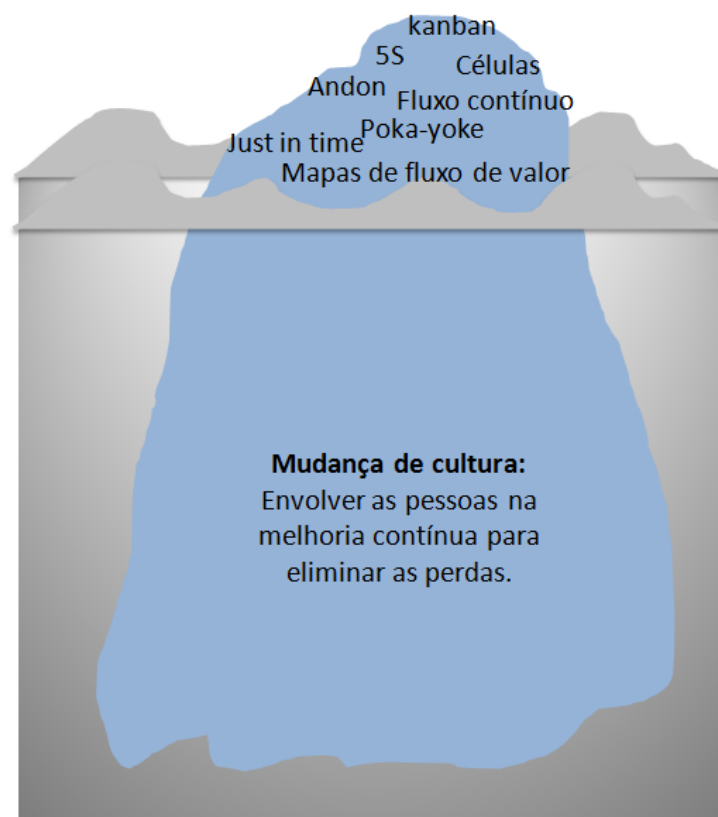


Figura 2 – Iceberg do sistema de produção enxuta (Fonte: Adaptado de Liker (2005))

A Figura 2 ilustra bem a visão de muitas empresas sobre o sistema de PE. Elas se atêm muito à parte “visível” do sistema – as práticas e ferramentas que o compõe – e não percebem que por trás destas práticas existe uma cultura enxuta que precisa ser formada e incorporada pelas pessoas. É essa cultura que irá manter todos os trabalhadores unidos num objetivo comum de identificação e eliminação das perdas e envolvidos na melhoria contínua dos processos.

O que se pode concluir a partir da análise de diversos autores sobre o tema PE, é que este sistema vai além do que a mera aplicação de práticas e ferramentas. O sistema de PE está muito mais nas pessoas que dele fazem parte e influencia a cultura organizacional da empresa. Além disso, pode ser considerado um sistema dinâmico, na medida em que se “aprende praticando” e se adapta ao incorporar as melhorias advindas da constante observação dos processos e eliminação das perdas.

Segundo Schein (1992) a cultura pode ser definida como sendo:

*“o padrão de suposições básicas que um dado grupo inventou, descobriu ou desenvolveu ao aprender a lidar com seus problemas de adaptação externa e integração interna e que funcionou bem o suficiente para ser considerado válido e, portanto, para ser ensinado a novos membros como sendo a forma correta de perceber, pensar e sentir em relação àqueles problemas”.*

Desta forma, para alterar a cultura de uma empresa é necessário motivar as pessoas a buscar a aprendizagem continuada, dando-lhes liberdade para questionar e alterar suas práticas, convicções e valores, ou seja, que a aprendizagem e inovação contínuas sejam valores básicos da organização (RÉ et al., 2007).

## 2.4 Princípios da PE

Alguns dos autores de obras clássicas da PE foram pesquisados buscando definir os princípios que regem este sistema. Estudos de Dennis (2007) e Shingo (1996) decorrem de

autores que tiveram experiência como funcionários da Toyota. Já as obras de Spear e Bowen (1999), Womack e Jones (1998), Liker (2005) e Mann (2005) decorrem de pesquisadores do STP ou PE. TMC (1995), por sua vez, trata-se da segunda edição da publicação *The Toyota Production System*, editado pela *Toyota Motor Company* em outubro de 1995. Esta publicação, à exceção das demais pesquisadas neste trabalho, foi relacionada neste trabalho não por tratar-se de uma obra clássica da PE, mas justamente por representar a visão oficial da Toyota sobre o seu sistema de produção.

Dennis (2007) apresenta sua versão dos princípios da produção enxuta, por meio da história fictícia de transformação lean em uma empresa. Na obra de Dennis (2007) são encontrados dez princípios da produção enxuta, apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Os dez princípios da produção enxuta segundo Dennis (2007)**

Princípios da produção enxuta
1. Produção em fluxo contínuo
2. Produção puxada
3. Criar valor para o cliente
4. Melhoria contínua
5. Padrões simples e visuais para as coisas importantes
6. Gerenciamento visual para expor os problemas
7. Envolvimento dos membros das equipes
8. Parar a produção para resolver os problemas
9. Ver com os próprios olhos os problemas aonde eles ocorrem
10. Estabilidade dos equipamentos

Fonte: Dennis (2007)

Por sua vez, Shingo (1996) apresenta oito princípios do sistema Toyota de produção, listados na Tabela 2. Em sua obra, Shingo propõem-se a uma explicação sistemática sobre: (i) os princípios do sistema Toyota de produção, (ii) como aplicar esses princípios na produção, (iii) as práticas que estão associadas a esses princípios.

**Tabela 2 – Os oito princípios do STP segundo Shingo (1996)**

Princípios do STP
1. Produção Just in time
2. Eliminação das perdas
3. Controles visuais
4. Detecção de defeitos antes de passar para o processo seguinte
5. Separação do trabalhador da máquina
6. Produção em pequenos lotes
7. Eliminação de quebras e defeitos dos equipamentos
8. Auxiliar os fornecedores a melhorar seu sistema de produção

Fonte: Shingo (1996)

Em 1995 a *Toyota Motor Company* lançou a segunda edição do documento “*The Toyota Production System*”, inserindo nesta revisão suas experiências apoiando a implantação do sistema Toyota de produção em outras indústrias. Esta obra se concentra em sete princípios que são cruciais na implementação do sistema Toyota de produção em qualquer indústria (TMC, 1995). Estes princípios são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Os sete princípios do STP segundo TMC (1995)**

Princípios do STP
1. Seqüência de produção em um fluxo único
2. Produção Just in time
3. Produção puxada
4. Eliminação das perdas, para aumentar a qualidade e reduzir custos
5. Comprometimento de toda liderança e empregados com o sistema
6. Líderes capacitados e empregados com as habilidades práticas necessárias
7. Produção nivelada, de acordo com a demanda do mercado

Fonte: TMC (1995)

Spear e Bowen (1999) descrevem quatro princípios do STP. Três princípios mostram como a Toyota realiza todas as suas operações como se fossem experimentos e o quarto princípio é



uma regra de melhoria, que descreve como a empresa ensina o método científico a seus trabalhadores de todos os níveis da organização. Segundo os autores, são estes princípios – e não as práticas e ferramentas específicas que as pessoas observam nas suas visitas às plantas da Toyota – que formam a essência do sistema de produção enxuta. Os princípios da produção enxuta segundo Spear e Bowen (1999) são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Os quatro princípios do STP segundo Spear e Bowen (1999)**

Princípios do STP
1. O caminho percorrido por cada produto e serviço deve ser simples e direto
2. Toda comunicação entre processos deve ser direta, sem ambigüidades
3. Qualquer melhoria deve ser realizada pelos envolvidos na atividade que está sendo melhorada, de acordo com uma metodologia “científica” e com orientação de um especialista na metodologia.
4. Todo trabalho deve ser altamente especificado em relação ao conteúdo, seqüência, tempo e resultado desejado

Fonte: Spear e Bowen (1999)

Womack & Jones (1998) são os criadores do termo *Lean Thinking* (Mentalidade Enxuta), ampliando para toda a empresa os conceitos da produção enxuta. Esses autores estabelecem as bases da mentalidade enxuta em cinco princípios, descritos na Tabela 5.

**Tabela 5 – Os cinco princípios da PE segundo Womack e Jones (1998)**

Princípios da produção enxuta
1. Produção em fluxo, estável, sem interrupções
2. Produzir somente quando demandado pelo cliente ou processo posterior
3. Entender o que é valor para o cliente e oferecer maior valor agregado, sem desperdícios
4. Identificar e eliminar desperdícios ao longo de toda a cadeia de valor, da matéria-prima ao cliente final
5. Melhoria contínua através da rápida detecção e solução de problemas na base

Fonte: Womack e Jones (1998)

Liker (2005) apresenta quatorze princípios que formam o Modelo Toyota de gestão, frutos de vinte anos de estudo sobre o sistema Toyota de produção pelo autor. Para facilitar a compreensão, Liker (2005) dividiu os princípios em quatro categorias (solução de problemas,

funcionários e parceiros, processo e filosofia), agrupando-os por similaridade. Por exemplo, os princípios relacionados diretamente às equipes, líderes e fornecedores externos foram agrupados na categoria “funcionários e parceiros”. Este modelo foi disposto num diagrama em forma de pirâmide, conforme visto na Figura 3.

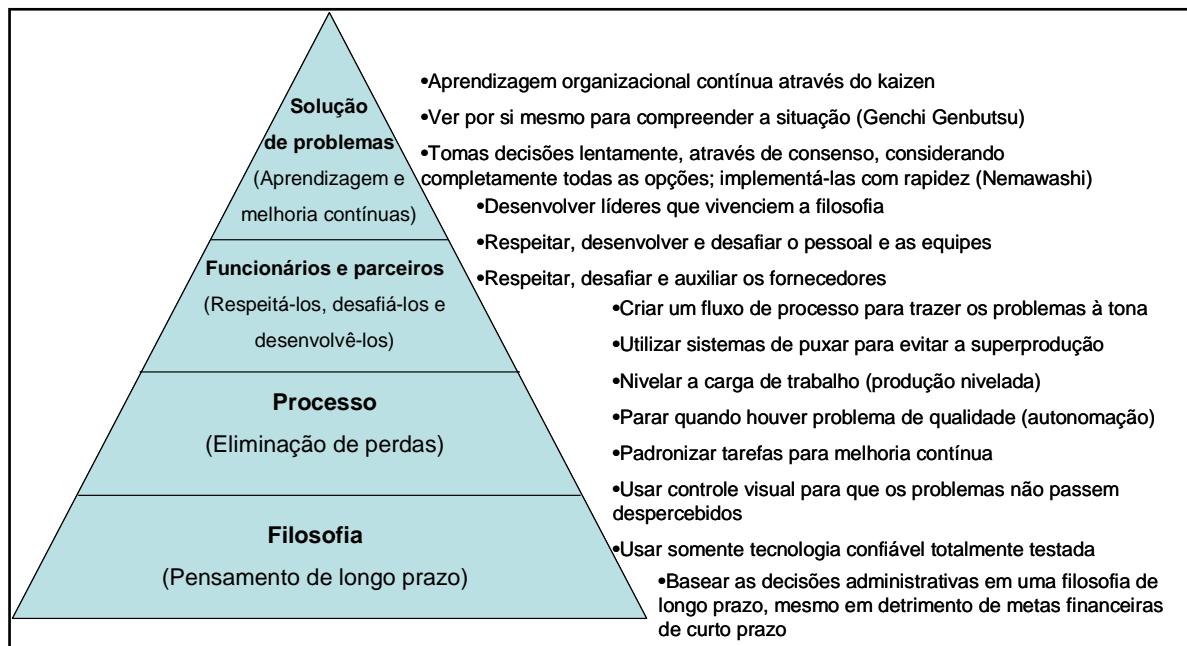


Figura 3– Os princípios do Modelo Toyota (Fonte: Liker (2005))

Mann (2005) apresenta o sistema de gestão enxuto como um ingrediente crucial para o sucesso das transformações *lean*. Segundo o autor, o sistema de gestão enxuto consiste de disciplina, práticas diárias e ferramentas necessárias para estabelecer e manter um foco intensivo no processo. Mann (2005) elaborou quatro princípios, focados principalmente no papel da liderança e na forma de gestão do processo na empresa, que estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6 – Os quatro princípios da produção enxuta segundo Mann (2005)**

Princípios da produção enxuta
1. Processo de responsabilidade diária, para manter o foco no processo e identificar oportunidades de melhoria
2. Rotina padronizada do líder para manter o foco no processo e nos resultados simultaneamente
3. Usar controles visuais
4. Disciplina da liderança com o sistema lean

Fonte: Mann (2005)

## 2.5 Princípios da PE adotados neste trabalho

Os princípios da PE encontrados na literatura foram compilados conforme lista apresentada na Figura 4. Esta figura também relaciona cada princípio aos autores que o descrevem em suas obras. Desta forma, foi obtida uma lista com dezoito princípios da PE, que serão utilizados posteriormente no trabalho aplicado.

<b>PRINCÍPIOS ADOTADOS NESTE TRABALHO</b>	<b>Spear e Bowen (1999)</b>	<b>Womack e Jones (1998)</b>	<b>Liker (2005)</b>	<b>TMC (1995)</b>	<b>Mann (2005)</b>	<b>Shingo (1996)</b>	<b>Dennis (2007)</b>
1. Produzir em fluxo contínuo	X	X	X	X			X
2. Puxar a produção	X	X	X	X		X	X
3. Criar valor para o cliente		X		X		X	X
4. Eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo		X		X		X	
5. Promover a melhoria contínua	X	X	X		X		X
6. Padronizar as tarefas	X		X		X		X
7. Controlar visualmente os processos para expor os problemas			X		X	X	X
8. Obter comprometimento da liderança e da equipe			X	X	X		X
9. Criar dispositivos que separam o trabalhador da máquina						X	
10. Parar a produção para resolver os problemas			X			X	X
11. Ver por si mesmo os problemas aonde eles ocorrem			X				X
12. Desenvolver e capacitar as pessoas			X	X			
13. Tomar decisões por consenso, considerando todas as opções e implementá-las com rapidez			X				
14. Usar somente tecnologia confiável e completamente testada			X				
15. Produzir niveladamente, de acordo com a demanda do mercado			X	X			
16. Tomar decisões pensando em longo prazo			X				
17. Construir relações de parceria com a rede de fornecedores			X			X	
18. Manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras						X	X

Figura 4 – Os princípios da produção enxuta adotados neste trabalho (Fonte: o autor)

### 2.5.1 Produzir em fluxo contínuo

Produzir em fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do lead time de produção (GHINATO, 2000). Significa organizar o trabalho dentro de cada processo com um leiaute favorável para que a produção siga um fluxo contínuo e com quantidade mínima de estoques entre os vários estágios do processo de produção (TMC, 1995). Desta forma, reduzem-se as perdas por estoque, perdas por espera e obtêm-se a redução do *lead time* de produção (GHINATO, 2000).

Um elemento essencial dentro da produção em fluxo contínuo é a entrega JIT, que supre cada processo com os itens certos, no momento, quantidade e locais certos (GHINATO, 1999). A implementação do JIT provoca redução dos estoques, o que por sua vez expõe os problemas e estimula a busca por soluções rapidamente (MEHTA e SHAH, 2005; GHINATO, 1999).

### 2.5.2 Puxar a produção

O ponto de partida para a produção em um sistema puxado é um pedido de cliente (AHLSTRÖM e KARLSSON, 2000). O ritmo da demanda do cliente repercute ao longo de toda a cadeia de valor, através da informação de produção que flui de processo em processo, sendo produzido somente o que for vendido (GHINATO, 2000).

De acordo com Smalley (2005), a condição básica para puxar a produção é a estabilidade do fluxo de valor. Este autor define a estabilidade como a previsibilidade e disponibilidade constante em relação à mão-de-obra, máquinas, materiais e métodos. A estabilidade no processo propicia estabelecer um fluxo de produção de acordo com a demanda do cliente e isto resulta na redução dos estoques entre processos (SMALLEY, 2005).

A produção puxada é viabilizada através do *kanban*, um sistema de sinalização entre cliente e fornecedor que informa ao processo fornecedor exatamente o que, quanto e quando

produzir (GHINATO, 2000). Segundo Shingo (1996), sua função é evitar que se produza em excesso uma vez que só existe o abastecimento quando realmente existe a necessidade, evitando a superprodução. O *kanban* deve estar ligado às práticas de melhoria contínua, pois ele representa um estoque na cadeia de valor e, ao longo do tempo, deve-se buscar a redução planejada do número de *kanbans*, o que resultará na redução de estoque (SMALLEY, 2005).

A produção puxada também pode ser operacionalizada por outros mecanismos, além do *kanban*, que limitem o tamanho do estoque em processo, tais como filas do tipo FIFO (do inglês *first-in-first-out*), com tamanho máximo pré-determinado. O FIFO assegura que as peças armazenadas não se tornem obsoletas, bem como indica visualmente a seqüência desejada de produção garantindo que a primeira peça que entra em um processo ou local de armazenamento, também seja a primeira peça a sair (SMALLEY, 2005).

### 2.5.3 Criar valor para o cliente

Na literatura pesquisada não foi encontrada uma definição clara e específica para o princípio de criar valor para o cliente. Entretanto, muitos autores referem-se a este princípio em termos de eliminar defeitos na produção para entregar produtos com qualidade ao cliente (KARLSSON e AHLSTRÖM, 1996; TMC, 1995), no menor prazo possível (SHINGO, 1996) e com um custo competitivo em relação aos concorrentes (WOMACK et al., 2004). Baggaley (2006) entende como valor para o cliente a qualidade do produto e do serviço prestado e o quanto as características do produto ou serviço atendem às necessidades do cliente.

Gautam e Singh (2008) e Womack e Jones (1998) enfatizam a importância de a empresa entender o que é valor percebido pelos clientes em relação aos seus produtos, como um fator diferencial para manter-se competitiva no mercado em que atua. Para Gautam e Singh (2008) este trabalho se inicia no desenvolvimento do produto, através da identificação das características que atenderão às necessidades dos clientes e perseguindo-as ao longo da cadeia de valor.

#### 2.5.4 Eliminar as perdas ao longo da cadeia de valor

Para muitos autores, a eliminação das perdas é a essência da PE (BROWNING e HEATH, 2009; SHAH e WARD, 2007; WORLEY e DOOLEN, 2006; TREVILLE e ANTONAKIS, 2006; SHAH e WARD, 2003; BUZBY et al., 2002).

O propósito de buscar a eliminação das perdas é reduzir os custos de produção (KARLSSON e AHLSTROM, 1996). A redução do custo através da eliminação das perdas passa por uma análise detalhada da seqüência de operações e processos pela qual passa o material, focando na identificação dos componentes do trabalho que não agregam valor (GHINATO, 2000).

Uma das principais fontes de perdas são os estoques, tanto de produto acabado quanto os estoques entre processos. A redução dos estoques é obtida através de redução das interrupções dos equipamentos, redução do tamanho dos lotes e redução dos tempos de *set ups* (KARLSSON e AHLSTROM, 1996).

#### 2.5.5 Promover a melhoria contínua

O sistema de produção deve ser constantemente melhorado, em busca da perfeição e para isto, é importante o envolvimento de todos na empresa. Uma forma de envolver os funcionários é através dos círculos de qualidade, que são grupos de funcionários que se reúnem para propor melhorias no processo (KARLSSON e AHLSTROM, 1996).

*Kaizen* é o termo japonês que representa a busca pela perfeição nos processos (AHLSTROM e KARLSSON, 2000). *Kaizen* é a melhoria incremental e contínua de uma atividade, a partir da padronização da melhor solução e subsequente melhoria deste padrão, garantindo que os pequenos e incrementais ganhos sejam incorporados às práticas operacionais (GHINATO, 2000).

### 2.5.6 Padronizar as tarefas

A padronização do trabalho visa a redução da variabilidade no processo de produção (TREVILLE e ANTONAKIS, 2006). Os padrões contemplam o conjunto de operações executadas pelo operador em uma seqüência determinada, permitindo-lhe repetir o ciclo de forma consistente ao longo do tempo. A determinação de uma rotina-padrão de operações evita que cada operador execute aleatoriamente os passos de um determinado processo, reduzindo as flutuações de seus respectivos tempos de ciclo e permitindo que cada rotina seja executada dentro do *takt time*, de forma a atender a demanda (GHINATO, 2000).

Além disso, a padronização é a base para a melhoria contínua e para a capacitação dos funcionários. A padronização das atividades representa o aprendizado acumulado sobre um processo até certo momento, padronizando as melhores práticas atuais. Entretanto, ela deve permitir a criatividade do executor da tarefa para melhorar o padrão, de modo que esta aprendizagem possa ser transmitida aos demais funcionários (LIKER, 2005).

### 2.5.7 Controlar visualmente os processos para expor os problemas

Como os processos em um sistema enxuto possuem estoques de tamanho máximo limitado, qualquer interrupção da produção, seja qual for o motivo, deve ser imediatamente comunicada para que sejam tomadas as medidas corretivas (SHINGO, 1996).

Uma das formas de realizar essa comunicação é por meio dos *andons*, que constituem controles visuais e sinalizam a ocorrência de um problema. Desta forma, controles visuais têm a finalidade de apresentar o status dos processos (MANN, 2005).

Outras formas de controles visuais do processo podem ser gráficos, painéis e tabelas que mostram, por exemplo, informações atualizadas de produção (previsto x realizado), taxa de

produtos defeituosos, entrada de materiais e taxas de interrupção dos equipamentos (MCLACHLIN, 1997).

### 2.5.8 Obter comprometimento da liderança e da equipe

Alguns autores como Battaglia et al. (2008), Convis (2008), Mello et al. (2005), Seldin et al. (2003) e Schein (1992) concordam que o comprometimento da liderança e funcionários é vital em um processo de mudança na organização. Isso é particularmente importante no processo de implantação da PE, onde os operadores possuem grande responsabilidade na detecção e solução rápida de problemas, realizam manutenção básica dos equipamentos e ainda são estimulados a contribuir com sugestões para melhorar o processo aonde atuam (MCLACHLIN, 1997).

Para Womack et al. (2004), somente funcionários qualificados e que se sintam estimulados e valorizados pela empresa são capazes de assumir as responsabilidades de tomadas de decisões que ocorrem na base da pirâmide organizacional em um sistema de PE. Os trabalhadores devem perceber que existe compromisso mútuo entre eles e a empresa, um senso de que a gerência realmente valoriza os trabalhadores qualificados e fará esforços para mantê-los no quadro da empresa.

Segundo Seldin et al. (2003), a exigência de novas competências e qualificações impostas pela mudança em direção à PE é um dos fatores que interferem na motivação e comprometimento das pessoas. Mehta e Shah (2005) também apontam os fluxos de produção com estoques reduzidos e a limitação do tempo para a execução das tarefas como outros fatores de pressão sobre os trabalhadores, interferindo na sua motivação para o trabalho.



### 2.5.9 Criar dispositivos que separam o trabalhador da máquina

A separação entre a máquina e o homem é um requisito fundamental para a implantação do *jidoka* (GHINATO, 2000). *Jidoka* significa dotar um processo ou uma máquina com a capacidade de identificar anormalidade e parar por seus próprios meios para que o problema possa ser corrigido (MILTENBURG, 2001).

Na prática, a separação que ocorre é entre a detecção da anomalia (pela máquina) e a solução do problema (pelo operador). Desta forma, a transferência de atividades do homem para a máquina, permite que o trabalhador opere mais de uma máquina simultaneamente (GHINATO, 2000).

De acordo com Ghinato (2000), conceito do *jidoka* é colocado em prática através dos dispositivos *poka-yoke*. *Poka-yokes* são dispositivos de detecção física de anomalias que tornam quase impossível que um operador cometa um erro e que este erro seja passado adiante (LIKER, 2005). Instalados no processo, permitem a inspeção 100%, diretamente sobre o produto, ou indiretamente sobre os parâmetros do processo que afetam as características do produto (SHINGO, 1996).

### 2.5.10 Parar a produção para resolver os problemas

A PE eleva drasticamente a importância de se produzir de forma correta já na primeira tentativa. De fato, a qualidade na estação de trabalho é mais eficaz e onera menos do que a inspeção e o reprocessamento posteriores dos problemas de qualidade. Além disso, com níveis muito baixos de estoques, problemas em uma operação paralisarão a operação seguinte caso o problema não seja resolvido rapidamente (LIKER, 2005).

De acordo com Liker (2005), a idéia central deste princípio é criar uma cultura nos funcionários de desacelerar e até mesmo interromper a produção quando são detectadas anomalias no processo para que estas não passem adiante.

O *jidoka* possibilita que as anomalias sejam identificadas pelo próprio equipamento. Por sua vez, o *andon* sinaliza imediatamente através de sinais luminosos ou sonoros a existência de um problema (LIKER, 2005). Isto desencadeia um esforço conjunto para identificar a causa fundamental e eliminá-la, evitando a reincidência do problema e conseqüentemente reduzindo as paradas (GHINATO, 2000).

### 2.5.11 Ver por si mesmo os problemas aonde eles ocorrem

Para Liker (2005) este princípio da PE consiste na resolução dos problemas e melhoria do processo indo à sua origem, observando-os pessoalmente e verificando dados, em vez de teorizar com base na informação de terceiros.

Além disso, a presença dos gestores no chão de fábrica verificando de perto o progresso da implantação *lean* e ajudando os operadores a resolver os problemas, são exemplos visíveis de comprometimento da liderança da empresa com a PE (MCLACHLIN, 1997).

*Gemba walks* é a expressão, em inglês, para ir ao chão-de-fábrica observar o processo e conversar com as pessoas. As visitas ao chão-de-fábrica devem ser realizadas com frequência pelos líderes. É a maneira pela qual a pessoa, independente da sua posição hierárquica na empresa, conhece os princípios da PE, transmitindo este conhecimento aos demais funcionários (MANN, 2005).

### 2.5.12 Desenvolver e capacitar as pessoas

Uma das características da organização do trabalho em um sistema de PE é o uso extensivo de equipes multifuncionais. Uma equipe multifuncional é um grupo de funcionários capazes de desempenhar diferentes tarefas, distribuídos ao longo do fluxo de produção. Desta forma, para cada equipe é dada a responsabilidade de desempenhar todas as tarefas ao

longo desta parte do fluxo de produção. Isto significa que o número de tarefas desempenhado por cada membro da equipe aumenta (KARLSSON e AHLSTRÖM, 1996).

Entretanto, formar estas equipes multifuncionais requer esforço em treinamento do pessoal. Em um sistema de PE o número de tarefas nas quais os trabalhadores recebem treinamento é maior do que em um sistema de produção tradicional (KARLSSON e AHLSTRÖM, 1996). Além disso, trabalhadores de um sistema de PE recebem treinamento em diversas áreas funcionais, como controle de qualidade, recebimento de materiais e compras, visto que atividades antes exercidas por departamentos específicos, como o de controle de qualidade, por exemplo, agora são realizadas pelos próprios operadores (WOMACK et al., 2004).

De acordo com Karlsson e Ahlström (1996), o objetivo da companhia é ter funcionários capazes de rodar entre diferentes tarefas frequentemente, inclusive algumas vezes por dia. Entretanto, inicialmente este objetivo pode não ser alcançado devido à relutância dos empregados acostumados à mesma tarefa, repentinamente serem solicitados a executar outras atividades. Segundo o autor, esta relutância é superada com treinamento intensivo, ministrado na prática, diretamente no chão-de-fábrica, com treinamento teórico complementar nas atividades a serem desempenhadas ao longo do fluxo de produção.

Além disso, um sistema de remuneração que incentiva os funcionários a desenvolverem diferentes habilidades, também provou ser importante na formação de equipes multifuncionais (KARLSSON e AHLSTRÖM, 1996).

### 2.5.13 Tomar decisões por consenso, considerando todas as opções e implementá-las com rapidez

De acordo com Liker (2005) a filosofia contida neste princípio da PE é o processo de discussão de problemas com todos os afetados para coletar suas idéias e obter o acordo quanto ao caminho a seguir. Este processo é chamado *nemawashi*. No processo de *nemawashi*, várias pessoas apresentam idéias e isso gera consenso. Uma das vantagens de

obter diversas opiniões de pessoas diferentes, é que várias alternativas podem ser avaliadas sistematicamente.

Liker (2005) explica que na Toyota, o processo *nemawashi* é frequentemente usado para descrever como funcionários do nível júnior chegam a um consenso, desenvolvendo uma proposta e debatendo-a amplamente, antes de enviar para a aprovação da administração. No momento em que a proposta formal é apresentada para aprovação em alto nível, a decisão já foi tomada e a reunião final é uma formalidade. Esse processo de consenso, embora demorado, auxilia a ampliar a busca por soluções e, uma vez que uma decisão é tomada, tem rápida implementação.

Para Liker (2005), a completa consideração na tomada de decisão inclui cinco elementos principais: i) descobrir o que realmente está acontecendo; ii) perguntar “por quê?” cinco vezes; iii) considerar amplamente as alternativas de solução e desenvolver um raciocínio detalhado para a solução perfeita; iv) construir o consenso na equipe, incluindo os fornecedores externos; v) usar comunicação eficiente para transmitir a informação.

#### 2.5.14 Usar somente tecnologia confiável e completamente testada

Um processo já estabilizado e de domínio da equipe, geralmente prevalece sobre a tecnologia nova que ainda não foi testada (LIKER, 2005). O ponto chave deste princípio da PE é que a adoção de nova tecnologia deve apoiar as pessoas, processos e valores, não apenas substituí-las.

De acordo com Liker (2005), na Toyota uma nova tecnologia só é introduzida depois de ser aprovada em experimentos diretos com o envolvimento de uma ampla gama de pessoas. Isso não exclui a tecnologia de ponta, apenas significa que a tecnologia é plenamente avaliada e testada para assegurar a agregação de valor.

Ainda segundo Liker (2005), primeiro deve ser analisado o impacto que uma nova tecnologia poderá ter sobre os processos existentes antes de adotá-la. Além disso, procuram-se novas oportunidades de melhorar o processo com o equipamento, tecnologia e as pessoas

existentes. Se for determinado que a nova tecnologia pode agregar valor ao processo, esta é então cuidadosamente analisada para verificar se não entra em conflito com as filosofias e princípios operacionais da Toyota.

Entre esses princípios, incluem-se os de valorização das pessoas antes da tecnologia, uso de consenso na tomada de decisões e foco operacional na eliminação de perdas. Se a tecnologia viola esses princípios ou se afeta negativamente a estabilidade, a confiabilidade e a flexibilidade, ela é rejeitada ou, no mínimo, tem seu uso adiado até que os problemas sejam resolvidos. Se a nova tecnologia é aceitável, o princípio orientador é utilizá-la para apoiar o fluxo contínuo no processo de produção e ajudar os funcionários a terem um melhor desempenho, sem afastá-los do trabalho com agregação de valor (LIKER, 2005).

#### 2.5.15 Produzir niveladamente, de acordo com a demanda do mercado

Produção nivelada significa produzir a mesma quantidade de um item todos os dias (MILTENBURG, 2001). Segundo Ghinato (2000), o ritmo da demanda do cliente final deve repercutir ao longo de toda a cadeia de valor, desde o armazém de produtos acabados até os fornecedores de matérias-primas. A informação de produção deve fluir de processo em processo, em sentido contrário ao fluxo dos materiais, isto é, do processo-cliente para o processo-fornecedor.

A produção nivelada, correspondente à demanda do mercado, permite a combinação de itens diferentes na linha de produção, nivelando também a demanda dos recursos de produção e permitindo a produção em pequenos lotes e a minimização dos inventários (GHINATO, 2000).

Por exemplo, se uma empresa fabrica os produtos dos tipos A, B, C e D e estes possuem diferentes demandas ao longo do tempo, para minimizar os estoques poderia ser adotada uma seqüência de produção intercalando a produção desses modelos (SLACK, 2002). Por exemplo, se a demanda semanal for de cinco itens do produto A, três do B, duas do C e duas do D, poderia se produzir, por exemplo, na seqüência AABCDAABCDAB, reduzindo o

inventário total. Essa abordagem geraria menos estoque em processo quando comparada a uma seqüência AAAAABBBCDD, típica da lógica de produção em massa (SLACK, 2002).

Entretanto, Coleman e Vaghefi (1994) enfatizam a necessidade de os *setups* serem simples e rápidos para que o *mix* de produção não gere estoques intermediários e que seja possível atender rapidamente as variações de demanda. Segundo os autores, sem *setups* rápidos as seqüências da produção em pequenos lotes seriam ineficientes. Além disso, outra exigência para viabilizar a produção nivelada é a multifuncionalidade dos funcionários, para que eles possam ser re-arranjados entre os processos de acordo com a necessidade imposta pelo *mix* de produção.

#### 2.5.16 Tomar decisões pensando em longo prazo

Para Liker (2005) o que se procura com este princípio da PE é ter um senso de missão de comprometimento com os clientes, funcionários e sociedade, que se sobreponha a qualquer decisão de curto prazo. Isso é a base para todos os outros princípios na Toyota e o ingrediente que falta na maioria das empresas que tentam competir com ela.

Esse senso de missão de longo prazo fica explícito nas decisões da empresa, devem estar alinhadas com seus valores e com o objetivo de gerar valor para o cliente, para a sociedade e a economia. O uso deste princípio é posto à prova quando a empresa se depara com a situação de baixa momentânea nas vendas, por exemplo, e deve decidir entre manter os funcionários ou realizar demissões. Decisões deste nível, se tomadas em caráter imediatista, podem comprometer a confiança estabelecida entre os funcionários e a empresa, o que certamente impactará no desempenho da cadeia de valor (LIKER, 2005).

### 2.5.17 Construir relações de parceria com a rede de fornecedores

Ao mesmo tempo em que os fabricantes tipicamente iniciam a implantação das técnicas da PE, passam a reduzir sua base de fornecedores e desenvolver uma relação mais longa e colaborativa com os fornecedores remanescentes, com o objetivo de aumentar a qualidade e reduzir o tempo de desenvolvimento de produtos (LETTICE, 2009).

Para Liker (2005), a empresa enxuta deve ter altos padrões de exigência e esperar que todos os seus fornecedores atinjam esses padrões. Em contrapartida, deve ajudar seus parceiros a alcançar os níveis desejados, desafiando-os a crescer e a se desenvolver.

Na prática, a relação de parceria com os fornecedores externos é viabilizada através da troca de conhecimento entre cliente-fornecedor, instalação das plantas do fornecedor próximas aos clientes e investimento em soluções customizadas para reduzir custos e tempo de desenvolvimento (LETTICE, 2009).

### 2.5.18 Manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras

Quebras freqüentes dos equipamentos levam à necessidade de estoques entre processos o que, em um sistema enxuto, devem ser os mínimos possíveis. Desta forma, a quebra dos equipamentos deve ser evitada através da manutenção preventiva (KARLSSON e AHLSTRÖM, 1996).

Segundo Moayed e Shell (2009), a manutenção produtiva total é o programa de manutenção preventiva ideal, que envolve as equipes de manutenção, engenharia e de operação dos equipamentos. O objetivo da manutenção produtiva total é aumentar o desempenho do equipamento, tornando-o mais confiável e mais fácil de manter.

## 2.6 Avaliação do nível de implantação da PE

Os estudos acerca de avaliações da implantação da PE são freqüentemente baseados em *surveys*, o que por conseqüência, implica em limitações de aprofundamento da pesquisa, devido à falta de contato direto do pesquisador com o pesquisado (SAURIN e FERREIRA, 2008 <sup>(2)</sup>).

Os métodos Shingo Prize (1998) e LEM (1998) não avaliam práticas operacionais da PE, mas sim práticas ligadas ao nível gerencial, como liderança, infra-estrutura, estratégias de manufatura, sistemas integrados, tomada de decisões pelo operador e ambiente de aprendizado constante. As normas SAE (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS, 1999) J4000 e J4001 apresentam requisitos difíceis de serem avaliados em função de sua subjetividade. Por exemplo, um dos requisitos sugere que deve existir um clima organizacional não punitivo, orientado por resultados e focado nos processos, mas não dá diretrizes de como esse clima organizacional deve ser avaliado. Ferreira e Saurin (2008) <sup>(1)</sup> também apontam para o fato de existirem poucas pesquisas que avaliem experiências de implantação da PE no contexto brasileiro.

Em vista deste contexto, o método de avaliação da PE proposto por Saurin e Ferreira (2008) <sup>(2)</sup>, no qual será baseada a pesquisa aplicada deste trabalho, destaca-se pelos seguintes motivos: i) utiliza-se de um método de pesquisa com contato do pesquisador com a empresa pesquisada; ii) usa múltiplas fontes de evidências, como entrevistas com operadores, observação direta e questionários; iii) estabelece uma lista abrangente de onze práticas da PE; iv) o método foi aplicado em uma empresa do setor metal-mecânico, setor semelhante ao da empresa onde foi realizado o estudo de caso do presente trabalho.

Saurin e Ferreira (2008) <sup>(2)</sup> propuseram diretrizes para avaliar os impactos da PE sobre as condições de trabalho, aplicando-as em uma linha de montagem de colheitadeiras, que a partir de 2001 passou a adotar a filosofia enxuta no seu sistema produtivo. As diretrizes consistiram em cinco etapas.

**Etapa 1 - avaliação qualitativa do nível de implementação das práticas da PE:** Foi desenvolvida uma lista de verificação com 92 perguntas distribuídas em onze práticas da PE,



selecionadas a partir de revisão da literatura: produção puxada, integração da cadeia de fornecedores, operações padronizadas, nivelamento da produção, balanceamento da produção, flexibilização da mão-de-obra, controle da qualidade zero defeitos, manutenção produtiva total, troca rápida de ferramentas, gerenciamento visual e melhoria contínua. As perguntas da lista de verificação foram respondidas através de entrevistas semi-estruturadas com 15 profissionais de diversos níveis hierárquicos na empresa.

**Etapa 2 - entrevistas com técnicos de segurança e levantamento de dados de segurança e saúde no trabalho:** O objetivo dessas entrevistas foi avaliar a percepção dos técnicos em relação ao que a PE trouxe de positivo ou negativo em termos de SST para os operadores. Foram entrevistados seis técnicos de segurança e o engenheiro de segurança da empresa.

**Etapa 3 – entrevistas com operadores:** Foram entrevistados 25% dos operadores do setor estudado, divididos em três grupos, sendo que cada entrevista durou em média 40 minutos. Inicialmente, foram feitas perguntas abordando os aspectos positivos ou negativos trazidos pela PE sob o ponto de vista das condições de trabalho e o que havia mudado em relação ao antigo sistema de produção. Em seguida o debate foi conduzido para questões específicas com base em roteiro de perguntas que abordava aspectos da PE.

**Etapa 4 – elaboração, aplicação e análise dos questionários:** Com base nos resultados das entrevistas e revisão da literatura, foram elaborados dois tipos de questionários para os operadores: um para avaliar as percepções acerca das condições atuais de trabalho e outro para avaliar as percepções acerca das diferenças após a implantação do sistema enxuto. Os questionários foram entregues para toda a população de operadores do setor estudado. Para fazer parte da análise dos resultados, os questionários foram selecionados com base em critérios de tempo mínimo de empresa do operador e número mínimo de questões respondidas. A análise dos resultados dos questionários consistiu na realização do teste de consistência alfa de *Cronbach*, caracterização dos respondentes (por idade, sexo, escolaridade, tempo de empresa e cargo), estatísticas descritivas (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) e teste de correlação entre questões de um mesmo tipo de questionário.

**Etapa 5 – Retorno dos resultados dos questionários para os operadores:** Os resultados dos questionários foram discutidos com os operadores após todas as análises estatísticas,

aprofundando um debate sobre as questões que apresentaram impactos negativos ou alto coeficiente de variação.

Os resultados das diversas etapas de coleta de dados foram analisados segundo constructos, estruturas de análise de dados que permitem agrupá-los por similaridade de assunto. As limitações do trabalho foram a escassez de tempo para aprofundar a análise de cada questão dos questionários, acesso restrito a dados da empresa e o fato de a pesquisa ter sido realizada em um período de crise financeira, o que pode ter influenciado as respostas dos operadores.

## 3 Método de pesquisa

Neste capítulo é descrita a estratégia de pesquisa adotada no presente trabalho, bem como a empresa onde foi realizado o estudo de caso e o detalhamento de cada etapa deste estudo. Por fim, é apresentada a estrutura utilizada para análise dos resultados da pesquisa.

### 3.1 Estratégia de pesquisa

Pela sua forma de delineamento, este trabalho pode ser classificado como um estudo de caso. Neste tipo de pesquisa, fontes de evidências típicas são análises de documentos, entrevistas, aplicação de questionários e observações diretas (YIN, 2005 apud FERREIRA, 2006).

Segundo Gil (2008) o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento. O estudo de caso é encarado como a estratégia mais adequada para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos (YIN, 2001 apud GIL, 2008).

A escolha do estudo de caso como estratégia de pesquisa nesta dissertação é justificada pelos seguintes motivos: a) proporcionar profundidade na compreensão dos dados levantados; b) possibilidade de utilização de múltiplas fontes de evidência na coleta de dados, como a observação direta do problema, entrevistas e preenchimento de questionários. Estas três formas de aquisição de dados foram utilizadas nesta pesquisa.

## 3.2 Delineamento da pesquisa

Para adequar o método proposto por Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup> ao contexto da empresa estudada neste trabalho, bem como aos objetivos desta pesquisa, fazem-se necessárias algumas adaptações. As adaptações do método de Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup> à pesquisa realizada no presente trabalho são as seguintes: i) não serão avaliadas as condições de trabalho e sim, o uso dos princípios da PE na fábrica estudada; ii) farão parte da pesquisa somente os operadores da fábrica estudada; iii) será aplicado somente um tipo de questionário para avaliar o uso dos princípios da PE.

Para testar as diretrizes propostas, inicialmente será feita uma avaliação do nível de implementação das práticas da PE no setor escolhido através de observação direta no chão de fábrica e entrevistas informais com operadores e líderes de equipes. Na etapa seguinte, serão levantadas informações através de entrevistas estruturadas com operadores, abordando aspectos da PE. Na seqüência, um questionário sobre o uso dos princípios da produção enxuta, elaborado a partir de revisão da literatura, será aplicado para os operadores do setor da empresa escolhido. Finalmente, será realizada uma reunião de retorno dos resultados dos questionários aos operadores.

O delineamento da pesquisa é apresentado na Figura 5. A revisão bibliográfica foi realizada durante toda a pesquisa, mas com mais intensidade no início a fim de identificar quais os princípios da produção enxuta.

A realização das etapas do estudo de caso foi facilitada pelo fácil acesso às informações e pessoas, em virtude deste autor ser funcionário da empresa e ter trabalhado com as equipes do processo estudado. O autor é funcionário da empresa há cinco anos. Iniciou trabalhando no departamento de qualidade, atuando no desenvolvimento e garantia da qualidade dos produtos da área onde foi realizado o estudo de caso. Neste período participou da fase inicial de um projeto de implantação das práticas da PE na fábrica de pregos. Há dois anos assumiu a liderança de uma equipe de produção, numa linha de produtos voltados para o setor agropecuário, sendo responsável por planejar e estruturar a equipe para atender às

demandas de produção, dar suporte à equipe, acompanhar o desempenho dos indicadores e desenvolver projetos de melhoria contínua do processo.

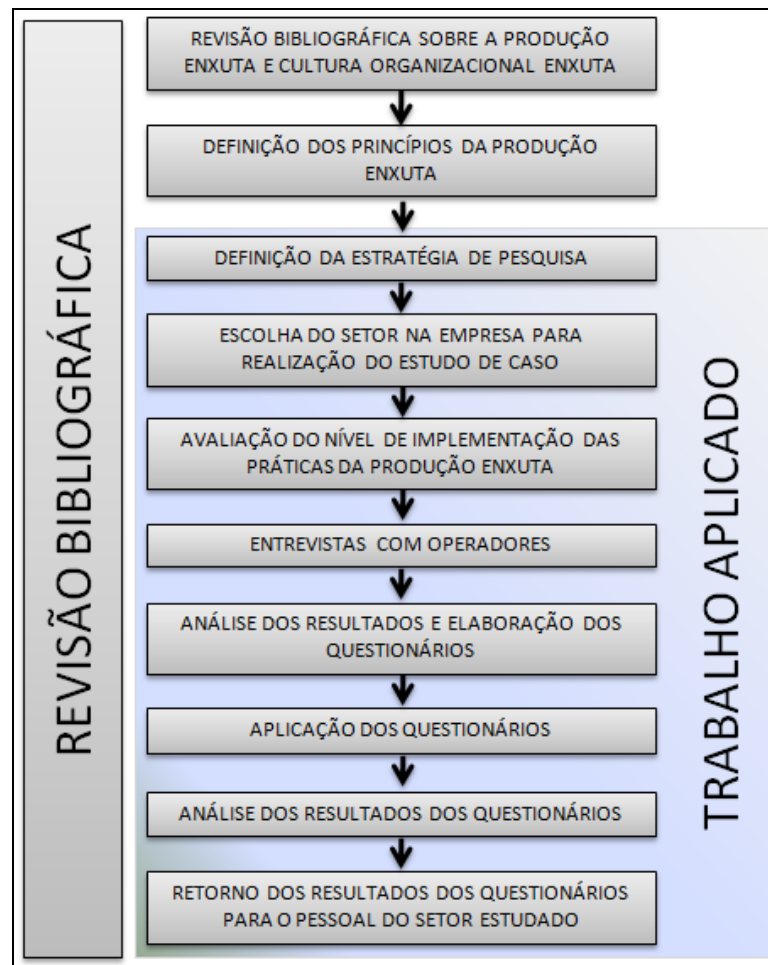


Figura 5 – Delineamento da pesquisa (Fonte: o autor)

A familiaridade com o processo na empresa e o estudo dos conceitos da produção enxuta na revisão bibliográfica favoreceu a compreensão e a visualização do processo estudado dentro do contexto da produção enxuta.

### 3.3 Descrição da empresa

A empresa em estudo é a unidade de um grupo siderúrgico de capital nacional com sede em Porto Alegre. Esta unidade está localizada no município de Sapucaia do Sul, Rio Grande do

Sul, e possui aproximadamente 1.100 funcionários próprios. A empresa fabrica aços para a construção civil, aços para aplicação mecânica e estrutural, arames para agropecuária e pregos.

A unidade apresenta os seguintes processos de produção: aciaria, laminações, trefilas e fábrica de pregos. Cada um destes processos está localizado em edificações separadas e possui um gestor, supervisores de produção, técnico de segurança e equipes de produção distintas. Um diretor executivo é o responsável pela unidade. Existem também as áreas de apoio, como RH, Engenharia, Manutenção, Segurança do Trabalho, Tecnologia de Gestão, Logística e PCP.

Este grupo siderúrgico possui diversas unidades de produção no Brasil e no exterior. Desta forma, as decisões estratégicas relacionadas, por exemplo, a estratégias comerciais e de produção, são tomadas corporativamente e repassadas às unidades de produção. Um esboço da estrutura organizacional da unidade aonde foi realizado este estudo é apresentado na Figura 6.

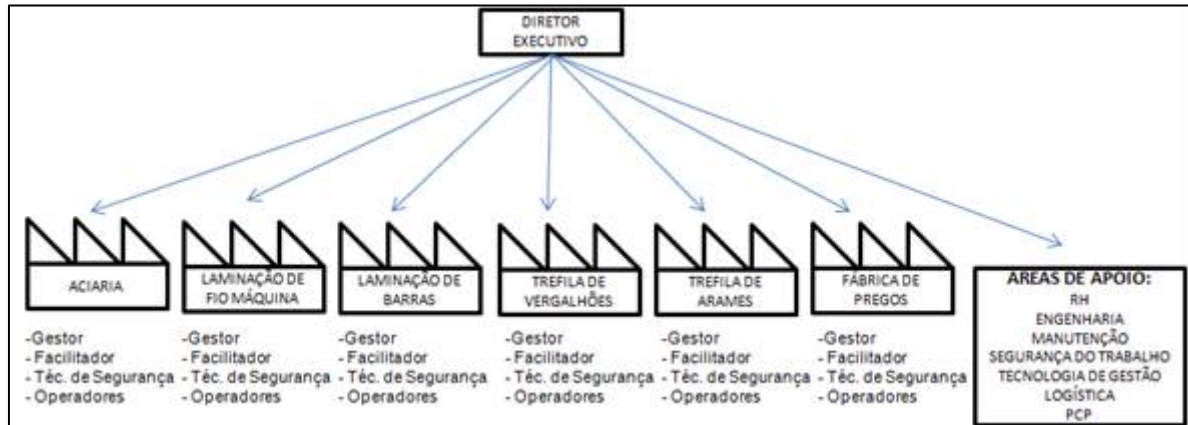


Figura 6 – Estrutura organizacional da empresa (Fonte: o autor)

A empresa possui um sistema próprio de gestão do negócio, que objetiva padronizar todos os processos da empresa em suas unidades no Brasil e no exterior. Algumas práticas deste sistema de gestão são o *benchmarking*, o 5S, ciclo PDCA de planejamento e manutenção autônoma. A Figura 7 apresenta as principais práticas do sistema de gestão da empresa estudada e a relação com os princípios da PE adotados neste trabalho.

Na coluna da esquerda da Figura 7 estão os princípios da PE adotados nesta dissertação e na linha superior encontram-se as práticas de gestão da empresa. A associação entre eles é representada por um “X”. Por exemplo, o uso do princípio “melhoria contínua” é percebido nas práticas “melhoria contínua”, “padronização”, “tratamento de falhas”, “5W1H” e no “programa de sugestões” da empresa estudada.

Vale destacar também o sistema de segurança no trabalho adotado pela empresa, com uma estrutura de padronização, capacitação das equipes e auditorias diárias e mensais de segurança, envolvendo toda a liderança e colaboradores da empresa. O trecho a seguir faz parte da política de segurança da empresa e dá uma idéia da importância que é dada a este aspecto:

*“Nenhuma situação de emergência, produção ou resultados pode justificar a falta de segurança das pessoas.”*

Entre outros reconhecimentos e premiações recebidas pela unidade por seu sistema de gestão, cabe destacar a certificação pela ISO 9001 em 1996, o Troféu Ouro do Prêmio Qualidade RS em 1999, o Troféu Diamante do PGQP em 2004, a certificação ISO 14001 em 2005 e a conquista do Prêmio Nacional da Qualidade em 2007.

A direção da empresa nunca declarou a intenção de ter seus processos funcionando segundo os conceitos da produção *lean*. Apesar disso, no início dos anos 2000 iniciou um projeto de implantação de práticas da produção enxuta na fábrica de pregos em uma das suas unidades no Brasil. O objetivo era aumentar a produtividade da fábrica e ter processos mais eficientes, para melhor atender os clientes, com menor prazo e maior qualidade dos produtos. Foi escolhida a fábrica de pregos como projeto piloto por este processo apresentar produtividade menor em relação aos outros processos da empresa.

Além disso, o processo de fabricação requer uma grande quantidade de movimentação de materiais entre cada etapa do processamento e, por ser um produto de maior valor agregado, os desperdícios de tempo e materiais acabam gerando maiores custos para a empresa.

PRINCÍPIOS ADOTADOS NESTE TRABALHO	PRÁTICAS DE GESTÃO DA EMPRESA ESTUDADA												
	Ciclo do PDCA	Gestão com foco no operador	Foco no cliente	5S	Melhoria contínua	Padronização	Tratamento de falhas	Manutenção autônoma	Controle estatístico do processo	Benchmarking	5W1H	GSP & CCQ	Programa de sugestões
1. Produzir em fluxo contínuo													
2. Puxar a produção													
3. Criar valor para o cliente			X			X	X						
4. Eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo					X	X	X		X			X	X
5. Promover a melhoria contínua	X				X	X	X				X		X
6. Padronizar as tarefas			X			X							
7. Controlar visualmente os processos para expor os problemas				X									
8. Obter comprometimento da liderança e da equipe		X											
9. Criar dispositivos que separam o trabalhador da máquina												X	X
10. Parar a produção para resolver os problemas							X		X				
11. Ver por si mesmo os problemas aonde eles ocorrem							X					X	
12. Desenvolver e capacitar as pessoas		X											X
13. Tomar decisões por consenso, considerando todas as opções e implementá-las com rapidez	X												X
14. Usar somente tecnologia confiável e completamente testada					X								
15. Produzir niveladamente, de acordo com a demanda do mercado			X										
16. Tomar decisões pensando em longo prazo	X												
17. Construir relações de parceria com a rede de fornecedores										X			
18. Manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras							X	X					

Figura 7 – Relação entre práticas da PE e práticas da gestão da empresa estudada (Fonte: o autor)



Em meados de 2004 este projeto foi estendido para a fábrica de pregos da unidade de Sapucaia do Sul, com a coordenação de uma consultoria externa, a mesma que iniciou o projeto semelhante na outra unidade do grupo. O trabalho consistiu na implantação de algumas práticas da produção enxuta na fábrica, como a troca rápida de ferramentas, *kanbans* entre processos, produção puxada e o balanceamento da produção. Na primeira etapa do projeto ocorreu a capacitação da liderança da área e dos operadores nos conceitos básicos do sistema de produção enxuta. Exercícios práticos, tais como a simulação de uma linha de montagem de carros de brinquedo, foram utilizados para ilustrar a influência do leiaute da linha, a formação de gargalos e o nivelamento da produção. A carga horária dos treinamentos em sala de aula foi de 24 horas.

Após as capacitações, iniciaram-se os trabalhos de campo, com a elaboração dos mapas de fluxo de valor atual e futuro e levantamentos de *lead times* de cada família de produtos. De imediato foram tomadas ações de padronização de procedimentos de *setup* e operação de equipamentos, dimensionamento de estoques e sinalizações para orientar o fluxo de materiais.

Das três famílias de produtos existente na fábrica, foram priorizadas ações em uma delas, a de maior volume de produção, devido à grande quantidade de oportunidades de melhorias levantadas com o início do projeto na fábrica. Além da liderança e pessoal da produção e manutenção da fábrica de pregos, foram envolvidas no projeto pessoas ligadas ao PCP, tecnologia de gestão e qualidade, logística e vendas da unidade.

A consultoria externa acompanhou o projeto durante aproximadamente sete meses, sendo que a partir daí a responsabilidade pela implantação ficou totalmente ao encargo do pessoal da empresa. A liderança da área deveria consolidar as ações já implantadas e estender para as demais famílias de produtos as melhorias sugeridas no início do projeto.

### 3.4 Etapas da avaliação do uso dos princípios da produção enxuta

Nesta seção serão detalhadas as etapas da realização do estudo aplicado, de acordo com a seqüência mostrada na Figura 5.

### 3.4.1 Escolha do setor na empresa para a realização do estudo aplicado

Após o projeto piloto na fábrica de pregos, outras áreas de produção implantaram também algumas práticas da produção enxuta. Por exemplo, a fábrica de arames implantou troca rápida de ferramentas, *kanbans* entre processos, produção puxada e programação da produção somente no final da linha de produção em algumas famílias de produtos, eliminando as ordens de produção nas etapas anteriores. Uma área de laminação de barras implantou a troca rápida de ferramentas, obtendo ganhos consideráveis em redução de tempos.

Estas iniciativas foram coordenadas pela área de gestão e qualidade da empresa, com o suporte técnico de consultoria externa com experiência em implantação de práticas *lean*. Desta vez, a consultoria permaneceu na empresa por aproximadamente um ano, sendo que após este período, a área de tecnologia de gestão e qualidade assumiu a responsabilidade pela continuidade dos trabalhos. Estas iniciativas, tanto na fábrica de arames quanto na laminação de barras, aconteceram a partir do ano de 2007.

Como na fábrica de pregos as práticas da produção enxuta começaram a ser implantadas em 2004, portanto, com mais tempo para adquirir maturidade e disseminação dos conceitos, esta área foi escolhida para fins de realização do estudo desta dissertação.

### 3.4.2 Avaliação do nível de implementação das práticas da produção enxuta

Dentro da estratégia de pesquisa, primeiramente desejava-se conhecer quais práticas da produção enxuta realmente haviam sido implantadas na fábrica de pregos e quais as características de implantação destas práticas. Estas informações serviram para formar a base de conhecimento sobre a abrangência da produção enxuta na fábrica de pregos e orientar a elaboração de questionários a serem entregues posteriormente aos

colaboradores. Esta etapa do trabalho também serviu como uma primeira aproximação do pesquisador com a equipe da fábrica para apresentar o projeto e permitiu conhecer em detalhes, no chão de fábrica, o funcionamento dos fluxos de produção da área e as rotinas dos colaboradores.

Para avaliar o nível de implementação das práticas da produção enxuta na fábrica de pregos, foi utilizada uma lista de verificação elaborada por Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup> a partir de onze práticas típicas da PE que os autores relacionaram após revisão da literatura. As onze práticas da PE selecionadas por Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup> são: produção puxada, integração da cadeia de fornecedores, operações padronizadas, nivelamento da produção, balanceamento da produção, flexibilização da mão-de-obra, controle da qualidade zero defeitos, manutenção produtiva total, troca rápida de ferramentas, gerenciamento visual e melhoria contínua. Um exemplo da lista de verificação utilizada nesta etapa da pesquisa está na Figura 8. A lista completa pode ser vista no Apêndice A.

- |      |   |
|------|---|
| 1    | Produção puxada   |
| 1.1  | Somente uma operação recebe a ordem de produção emitida pelo setor de PCP   |
| 1.2  | Todas as ordens de produção correspondem a pedidos firmes de clientes   |
| 1.3  | É adotada uma fórmula para dimensionar os supermercados (ou estoques tipo FIFO) de produtos acabados e semi-processados, a qual considere no mínimo os parâmetros demanda média diária, variação da demanda, coeficiente de segurança e <i>lead time</i> de reposição               |
| 1.4  | A entrega de produtos acabados aos clientes finais é realizada dentro do prazo  |
| 1.5  | Existe baixa variabilidade nos <i>lead times</i> de produção, garantindo maior confiabilidade acerca da capacidade de produção e prazos de entrega ( <i>lead time</i> ou tempo de atravessamento é o tempo decorrido desde o pedido efetuado pelo cliente até a entrega do produto) |
| 1.6  | Existem dispositivos para puxar a produção entre células, linhas ou ambientes <i>job-shop</i> , tais como cartões <i>kanban</i> ou FIFO   |
| 1.7  | Há dispositivos visuais que permitem identificar as prioridades de produção   |
| 1.8  | Havendo uso de cartões <i>kanban</i> , eles contêm identificação do item, quantidade e endereço de armazenamento  |
| 1.9  | Havendo uso de cartões <i>kanban</i> , o processo subsequente retira do processo precedente os itens de sua necessidade apenas nas quantidades e no tempo necessário  |
| 1.10 | Os processos só produzem o que é indicado no <i>kanban</i> de produção ou até o preenchimento do espaço FIFO subsequente  |

Figura 8 – Exemplo de pontos observados na lista de verificação (Fonte: Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup>)

A lista de verificação foi utilizada como um guia para uma avaliação qualitativa da PE na fábrica. Adicionalmente às questões da lista de verificação, puderam ser acrescentadas outras perguntas para melhor entendimento do processo produtivo que estava sendo estudado.

As onze práticas da lista de verificação foram avaliadas em três visitas à fábrica de pregos. Em cada visita, o pesquisador percorria a fábrica em companhia de operadores ou de supervisores de produção ou de manutenção para avaliar os pontos da lista de verificação. A presença dos supervisores de produção ou de manutenção era acertada previamente, já os questionamentos aos operadores eram realizados nos seus locais de trabalho, sem qualquer combinação prévia. O responsável do setor de PCP participou da avaliação das práticas relacionadas à programação da produção. Na avaliação das práticas relacionadas à padronização e controle de qualidade zero defeito, também houve a participação do responsável pelo setor de tecnologia de gestão e qualidade. As práticas avaliadas em cada visita e os participantes das avaliações estão descritos na Figura 9.

Visitas	Práticas da produção enxuta avaliadas	Participantes
1ª Visita	<i>Produção puxada</i>	Pesquisador
	Integração da cadeia de fornecedores	Programador (PCP)
	Nivelamento da produção	Supervisor da produção
	Balanceamento da produção	Operadores
2ª Visita	Flexibilização da mão-de-obra	
	Operações padronizadas	Pesquisador
	<i>Controle da qualidade zero defeitos</i>	Técnico do setor de qualidade
3ª Visita	Gerenciamento visual	Supervisor da produção
	Melhoria Contínua	Operadores
		Pesquisador
	Manutenção produtiva total	Supervisor da manutenção
3ª Visita	Troca rápida de ferramentas	Supervisor da produção
		Operadores

Figura 9 – Estrutura da avaliação das práticas da PE (Fonte: o autor)

Não foram realizadas gravações das conversas e discussões nesta etapa, devido ao fato de as conversas terem acontecido no chão de fábrica, na presença de constante ruído da produção. Entretanto, o pesquisador, de posse de papel e prancheta, tomava nota das observações relevantes sobre as características do processo estudado. Cada visita durou aproximadamente duas horas e as evidências da implantação das práticas da PE foram buscadas através da observação direta no chão de fábrica, nos padrões da área, no questionamento aos operadores e nas planilhas de gestão da fábrica, como as que controlam o ritmo diário de produção. Mesmo após as visitas, o pesquisador teve a liberdade de procurar novamente os participantes da área para esclarecer alguma dúvida ou detalhar melhor algum processo. Em síntese, nesta etapa do trabalho foi feita uma comparação entre o que se espera observar num ambiente de manufatura que aplica plenamente os conceitos e práticas da PE e o que realmente pode-se observar no processo produtivo da fábrica de pregos estudada.

### 3.4.3 Entrevistas com operadores acerca do uso dos princípios da produção enxuta

Esta etapa consistiu na realização de entrevistas semi-estruturadas com os operadores da fábrica de pregos, com o objetivo de coletar informações acerca do uso dos princípios da PE na área. Estas informações contribuíram para melhorar o conteúdo de um questionário previamente elaborado, que seria aplicado para a equipe da fábrica numa etapa seguinte da pesquisa.

O procedimento de entrevistas proposto por Guimarães (2003) recomenda que pelo menos 30% do total de trabalhadores participem das entrevistas em grupos de no mínimo oito e no máximo doze pessoas. Na prática, foram entrevistadas treze pessoas em dois grupos, um com oito integrantes e outro com cinco, representando 25% do total de trabalhadores da fábrica de pregos. Em ambos os casos, foram entrevistados funcionários que possuíam mais de seis meses de empresa. Não puderam ser entrevistados outros grupos sob a alegação da

possibilidade disto causar atraso na produção programada. As entrevistas duraram em média vinte minutos, foram integralmente gravadas e não tiveram a participação dos supervisores de produção, para os operadores sentirem-se mais à vontade para dar seu depoimento.

Nos dois grupos de entrevistados, participaram operadores das três subdivisões internas de produção, que na fábrica de pregos são chamadas de células I, II e III. A Tabela 7 apresenta a distribuição das entrevistas por grupo e por célula de produção.

**Tabela 7 – Distribuição das entrevistas com operadores**

Grupo	Célula	Número de entrevistados	Número total de trabalhadores	Percentual
Grupo 1	Célula II	6	18	33%
	Célula III	2	9	22%
Grupo 2	Célula I	5	25	20%
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>52</b>	<b>25%</b>

*Fonte: Elaborado pelo autor*

O pessoal foi reunido em um círculo numa sala isolada do ambiente da produção e, inicialmente, foram apresentados os objetivos da pesquisa. Nestas entrevistas, avaliou-se a percepção dos colaboradores quanto à aplicação dos princípios da produção enxuta no setor onde trabalham e os aspectos positivos e negativos trazidos pela produção enxuta no trabalho da equipe. O debate foi então conduzido através de um roteiro de perguntas (Apêndice B).

Diferentemente da lista de verificação proposta por Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup>, utilizada para avaliar as práticas da produção enxuta no setor, este roteiro de perguntas utilizado para condução das entrevistas focou nos princípios da PE. O objetivo da elaboração deste roteiro foi de manter o debate focado em questões relativas à aplicação dos princípios da PE no setor. Contudo, à medida que o debate desenrolava, outras questões puderam ser colocadas para aprofundar-se em algum ponto ou para verificar se a opinião de algum colaborador era de consenso no grupo.

### 3.4.4 Análise dos resultados das entrevistas e elaboração dos questionários

A partir dos dezoito princípios da PE apresentados no capítulo 2, foi elaborado um questionário contendo trinta questões relacionadas a estes princípios. Este questionário foi confrontado com as informações levantadas nas entrevistas com os operadores para verificar a necessidade de incorporar algum assunto ou alterar alguma questão específica. Foi verificado que todas as questões estavam alinhadas com os assuntos discutidos na entrevista e, dessa maneira, não houve a necessidade de alteração do conteúdo do questionário proposto inicialmente.

A associação das questões com cada princípio da produção enxuta é mostrada na Figura 10. A presença, ou não, de quinze dos dezoito princípios é avaliada através de uma ou duas questões. Já os princípios “promover a melhoria contínua”, “obter comprometimento da liderança e da equipe” e “desenvolver e capacitar as pessoas” são avaliados através de três, cinco e quatro questões, respectivamente. Isto porque estes princípios são mais subjetivos e, desta forma, foram utilizadas mais questões para abranger diferentes pontos de vista e contextos.

PRINCÍPIOS DA PE	QUESTÕES DO QUESTIONÁRIO
1 – Produzir em fluxo contínuo	29
2 - Puxar a produção	8 e 9
3 - Criar valor para o cliente	6
4 - Eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo	7
5 - Promover a melhoria contínua	5, 12 e 13
6 - Padronizar as tarefas	10 e 11
7 - Controlar visualmente os processos para expor os problemas	21
8 - Obter comprometimento da liderança e da equipe	3, 4, 15, 18 e 20
9 - Parar a produção para resolver os problemas	22
10 – Ver por si mesmo os problemas aonde eles ocorrem	23
11 - Desenvolver e capacitar as pessoas	1, 2, 14 e 26
12 - Tomar decisões por consenso, considerando todas as opções e implementá-las com rapidez	16 e 17
13 - Usar somente tecnologia confiável e completamente testada	25
14 - Produzir niveladamente, de acordo com a demanda do mercado	30
15 - Tomar decisões pensando em longo prazo	24
16 - Construir relações de parceria com a rede de fornecedores	19
17 - Criar dispositivos que separam o trabalhador da máquina	27
18 – Manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras	28

Figura 10 – Associação das questões com os princípios da PE (Fonte: o autor)

Para fins de caracterização dos respondentes, o início do questionário apresenta os seguintes campos: cargo que a pessoa ocupa na empresa, setor em que trabalha, idade, tempo de empresa, escolaridade, se participa de grupo de GSP e se já participou de treinamento sobre PE. Em seguida, o questionário traz um exemplo de resposta, para facilitar a compreensão por parte dos operadores.

Para responder as questões os operadores fizeram uma marca sobre a linha de uma escala contínua medindo 15 cm. Esta escala foi utilizada por Ferreira (2006) em pesquisa semelhante. A extremidade esquerda da linha foi considerada o ponto zero da escala, representando a menor intensidade da resposta, como: “nada”, “discordo totalmente” e “nunca”. Já a extremidade direita representou a maior intensidade das respostas, como: “muito”, “concordo totalmente” e “sempre”. Respostas no centro da escala representavam intensidade neutra. A distância entre a extremidade esquerda da escala e a marca feita pelos respondentes foi tomada como valor numérico da resposta. A Figura 11 mostra um exemplo de pergunta do questionário.

11. Executo todas as minhas atividades exatamente conforme está escrito nos padrões.	
nunca	sempre

Figura 11 – Exemplo pergunta do questionário (Fonte: o autor)

A organização das questões se deu pelo agrupamento das mesmas com âncoras semelhantes em blocos e, dentro destes, por similaridade do princípio da produção enxuta abordada. O questionário completo é apresentado no Apêndice C.



### 3.4.5 Aplicação dos questionários

Antes da aplicação, o questionário foi validado por três operadores do setor para verificar se existia dificuldade de compreensão de alguma pergunta. A eles foi solicitado que respondessem o questionário e nenhuma dificuldade foi relatada ao pesquisador.

Os questionários foram aplicados nas três células de produção da fábrica (células I, II e III), uma célula de cada vez. A fábrica de pregos trabalha com três turmas de operadores em dois turnos de trabalho. Cada turma, após jornada de quatro dias consecutivos de trabalho, tem direito a dois dias de descanso e retorna em turno inverso na próxima jornada. Desta forma, era necessário esperar alguns dias para que a turma que estivesse à noite na semana corrente, mudasse o turno para o dia para que os questionários pudessem ser distribuídos. Isto em função de o pesquisador ter decidido entregar em mãos do colaborador cada questionário e explicar individualmente o objetivo do trabalho e a forma de preenchimento. Foi adotada esta estratégia porque na primeira tentativa de reunir a primeira turma de operadores para a entrega dos questionários, a gerência da área não concordou em parar a produção, devido a estarem com a produção atrasada no mês. Nas vezes seguintes, o pesquisador decidiu manter a mesma estratégia de entrega individual do questionário para cada operador.

Os operadores eram procurados nos seus postos de trabalho, era feita a apresentação do pesquisador, do objetivo do trabalho e explicada a forma de preenchimento do questionário. Eram dados de dois a três dias de prazo para os colaboradores responderem às questões e depositarem os questionários preenchidos em um local pré-definido no setor. Era deixado claro para cada indivíduo que a pesquisa era de caráter sigiloso e que sua participação era voluntária.

O período de aplicação dos questionários se estendeu da primeira semana de dezembro de 2008 até o final de março de 2009. Alguns fatos imprevistos ocorreram na empresa neste período que estenderam o tempo desta etapa da pesquisa. Após a abordagem de duas turmas, em meados de dezembro, a produção foi paralisada e os funcionários entraram em férias coletivas, devido à baixa demanda de produção, reflexo do cenário econômico que se

instaurou na época. Com o retorno da produção, no início de janeiro de 2009, criou-se um clima de insegurança na empresa quanto à manutenção dos empregos do pessoal da operação frente aos baixos volumes de produção que estavam sendo praticados. Assim, o pesquisador decidiu interromper a pesquisa durante o mês de janeiro, aguardando períodos mais favoráveis à continuidade do projeto.

Na segunda semana de fevereiro a pesquisa foi retomada. Não houve demissões no setor estudado, apenas mudanças de turmas entre alguns colaboradores. Ao todo foram abordadas nove turmas das três células internas de produção da fábrica de pregos, sendo entregues quarenta e quatro questionários, envolvendo 85% do total de cinquenta e dois operadores. A Figura 12 mostra o cronograma realizado para entrega dos questionários aos operadores da fábrica de pregos.

Atividades realizadas	Dezembro/08					Janeiro/09					Fevereiro/09				Março/09				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5
Questionários para turma Q da célula 2	■																		
Questionários para turma O da célula 2		■																	
<b>Férias coletivas na empresa</b>			■	■	■	■	■	■	■	■	■								
<b>Interrupção da pesquisa</b>			■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Questionários para turma P da célula 2												■							
Questionários para turma O da célula 3													■						
Questionários para turma Q da célula 3														■					
Questionários para turma P da célula 3															■				
Questionários para turma O da célula 1																■			
Questionários para turma P da célula 1																	■		
Questionários para turma Q da célula 1																		■	

Figura 12 – Cronograma de entrega dos questionários (Fonte: o autor)

### 3.4.6 Análise dos resultados dos questionários

Todas as respostas dos questionários foram tabuladas em planilha eletrônica a fim de se realizarem as análises estatísticas devidas. O conteúdo das entrevistas foi transcrito em arquivos eletrônicos de editor de texto.

Como critérios de validação dos questionários, foram selecionados aqueles respondidos por operadores com mais de um ano de empresa. Além disto, foram excluídos os questionários

com menos de 70% das questões respondidas ou que apresentaram tendência de resposta em âncoras. Estes critérios foram sugeridos por Ferreira (2006) em seu trabalho.

Em seguida, foi traçado o perfil dos respondentes da pesquisa, classificando-os por idade, tempo de empresa, escolaridade, se participa de algum grupo de GSP e se realizou algum treinamento sobre produção enxuta.

A etapa seguinte consistiu na realização do teste de consistência Alfa de Cronbach para o questionário, no intuito de avaliar a consistência das respostas. Para que as respostas sejam consideradas consistentes, exige-se um valor de alfa maior ou igual a 0,55 (CRONBACH, 1951 apud FERREIRA, 2006). Para a realização do teste Alfa de Cronbach foi utilizado o *software* SPSS v.11.

Também foi realizado o teste de correlação de Pearson a 5% de significância (95% de confiança) para avaliar a existência de correlação entre as questões. Foi considerada correlação forte aquela com valor acima de 0,7 (PENHA et. al., 2007). Para a realização do teste de correlação de Pearson foi utilizado o *software* Minitab v.15.

Finalmente, obtiveram-se a média, desvio padrão e coeficiente de variação das respostas para cada questão. O coeficiente de variação é calculado dividindo-se o desvio padrão pela média e multiplicando o resultado por 100%. Considera-se que quando o coeficiente de variação assume um valor maior do que 50%, a média não é um bom indicador (COSTA NETO, 2002). Nestes casos, procura-se identificar junto aos operadores os motivos de tal variação dos resultados.

#### 3.4.7 Retorno dos resultados dos questionários ao pessoal da empresa

De posse das análises dos resultados dos questionários, foi realizada uma reunião de retorno para os funcionários da fábrica. Ao todo, reuniram-se nove operadores, sendo sete da célula I e dois da célula II, para debater sobre os resultados apresentados em forma de gráficos e tabelas. A reunião teve duração de cerca de 1 hora e 30 minutos. Não puderam participar

mais operadores em função da restrição quanto a parar a produção para reunir os trabalhadores. Todos os nove participantes responderam o questionário da pesquisa.

Na reunião de retorno com os operadores foram discutidos os resultados que apresentaram divergência entre a percepção dos operadores demonstrada nas respostas dos questionários e nas entrevistas e as informações levantadas pela observação direta no processo. Além disso, foram discutidos os resultados com CV maior que 50%, desvios padrões acima de 3,4 e médias menores que 10.

Buscou-se explicação para as avaliações com CV acima de 50% pois, acima deste valor, as médias não são um bom indicador dos resultados. Já as médias com os maiores desvios padrões significaram que houve grande variação nas notas conferidas às questões pelos operadores, havendo, então, a necessidade de esclarecimento deste fato com os respondentes da pesquisa.

### 3.4.8 Resumo das atividades realizadas no estudo aplicado

A Figura 13 apresenta o cronograma geral das principais atividades práticas realizadas no estudo de caso desta dissertação. O tempo total de trabalhos de campo, interagindo com o pessoal da liderança, operação e apoio da fábrica de pregos foi de sete meses.

Atividades práticas realizadas	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09
Avaliação do nível de implementação das práticas da produção enxuta	█							
Entrevistas com operadores		█						
Análise dos resultados das entrevistas e elaboração dos questionários			█					
Aplicação dos questionários			█		█	█	█	
Análise dos resultados dos questionários							█	█
Retorno dos resultados dos questionários aos operadores								█

Figura 13 – Cronograma geral das atividades práticas do estudo de caso (Fonte: o autor)

## 3.5 Estruturação da análise dos resultados

### 3.5.1 Organização por constructos

Para simplificar as análises, os princípios da produção enxuta foram agrupados em quatro constructos, aqui definidos como uma estrutura de análise de dados que permite organizar e agrupar os mesmos por similaridade de assunto de modo coerente para atender aos objetivos propostos (FERREIRA, 2006). Estes constructos foram inspirados no modelo dos “4 Ps” apresentados por Liker (2005): solução de problemas, funcionários e fornecedores externos, processo e filosofia. Liker (2005) utiliza estas quatro categorias para dividir os 14 princípios do sistema Toyota de produção que ele apresenta.

Os resultados dos questionários serão apresentados agrupados por constructos, mas comparando as três células de produção da fábrica de pregos (célula I, célula II e célula III). Este comparativo é importante para verificar se a aplicação dos princípios da produção enxuta apresenta a mesma intensidade nas três células de produção.

O constructo “solução de problemas” engloba os princípios da produção enxuta relacionados à melhoria contínua, solução de problemas aonde eles ocorrem e tomadas de decisões por consenso. A Figura 14 traz alguns exemplos de questões relacionadas ao constructo “solução de problemas”.

12. Os padrões são revisados constantemente incorporando as melhorias sugeridas pela equipe.	
nunca	sempre
13. Tenho liberdade para dar sugestões de melhorias no meu trabalho.	
nunca	sempre
16. Sinto-me à vontade para participar das decisões tomadas na minha área.	
nunca	sempre
17. As melhorias na minha área são implantadas com rapidez.	
nunca	sempre

Figura 14– Questões relacionadas com o constructo solução de problemas (Fonte: o autor)

O constructo “funcionários e fornecedores externos” engloba os princípios da produção enxuta relacionados ao comprometimento da equipe, capacitação dos funcionários e relações de parcerias com fornecedores. A Figura 15 traz exemplos de questões relacionadas a este constructo.

2. Quando as práticas da produção enxuta foram implantadas na fábrica, o quanto você foi convidado a participar?	
nada	muito
3. Sei quais são os objetivos da empresa com a implantação destas novas ferramentas na produção.	
discordo totalmente	concordo totalmente
14. Sou encorajado por meus superiores para procurar sempre melhores maneiras de executar o meu trabalho.	
nunca	sempre
15. Minhas idéias são ouvidas e levadas em consideração nas decisões de melhoria na minha área.	
nunca	sempre

Figura 15 – Questões relacionadas com o constructo funcionários e fornecedores externos (Fonte: o autor)

O constructo “processo”, por sua vez, engloba dez dos dezoito princípios da produção enxuta: fluxo contínuo, produção puxada, eliminação das perdas, padronização das tarefas,

controle visual do processo, a cultura de parar a produção para resolver os problemas, uso de tecnologia confiável, produção nivelada, separação do trabalhador da máquina e eliminação de quebras dos equipamentos. A Figura 16 exemplifica algumas questões relacionadas com o constructo “processo”.

9. Durante meu trabalho sei quanto o processo posterior ao meu está consumindo de material e produzo somente para repor esta quantidade.	
discordo totalmente	concordo totalmente
10. Toda atividade que executo está padronizada e eu conheço estes padrões.	
discordo totalmente	concordo totalmente
21. Os problemas são tratados imediatamente quando ocorrem para que não se repitam mais.	
nunca	sempre
22. A máquina é parada sempre que ocorre algum problema que afete a qualidade do produto e a segurança operacional, até que se resolva o problema.	
nunca	sempre

Figura 16– Exemplo de questões relacionadas com o constructo processo (Fonte: o autor)

Por fim, o constructo “filosofia” engloba os princípios da produção enxuta relacionados à criação de valor para o cliente e tomada de decisões por consenso com pensamento em longo prazo. A Figura 17 traz exemplos de questões relacionadas ao constructo “filosofia”.

6. Produzir com qualidade para atender bem o cliente é um objetivo seguido por todos na equipe.	
discordo totalmente	concordo totalmente
16. Sinto-me à vontade para participar das decisões tomadas na minha área.	
nunca	sempre
17. As melhorias na minha área são implantadas com rapidez.	
nunca	sempre

Figura 17 – Exemplo de questões relacionadas com o constructo filosofia (Fonte: o autor)

A avaliação quantitativa de determinado princípio da PE será dada pela média das notas das questões do questionário aplicado, relacionadas a este princípio. Por exemplo, a nota atribuída ao princípio “promover a melhoria contínua” será dada pela média das avaliações das questões 5, 12 e 13, entre todos os questionários respondidos. A Figura 18 apresenta a associação entre os constructos, os princípios da PE e as questões respondidas pelos participantes da pesquisa.

<b>Constructos</b>	<b>Princípios da produção enxuta</b>	<b>Questões</b>
Solução de problemas	Promover a melhoria contínua	5, 12 e 13
	Ver por si mesmo os problemas aonde eles ocorrem	23
	Tomar decisões por consenso, considerando todas as opções e implementá-las com rapidez	16 e 17
Funcionários e fornecedores externos	Obter comprometimento da liderança e da equipe	3, 4, 15, 18 e 20
	Desenvolver e capacitar as pessoas	1, 2, 14 e 26
	Construir relações de parceria com a rede de fornecedores	19
Processo	Produzir em fluxo contínuo	29
	Puxar a produção	8 e 9
	Eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo	7
	Padronizar as tarefas	10 e 11
	Controlar visualmente os processos para expor os problemas	21
	Parar a produção para resolver os problemas	22
	Usar somente tecnologia confiável e completamente testada	25
	Produzir niveladamente, de acordo com a demanda do mercado	30
	Criar dispositivos que separam o trabalhador da máquina	27
Manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras	28	
Filosofia	Criar valor para o cliente	6
	Tomar decisões pensando em longo prazo	24

Figura 18 – Associação entre constructos, princípios da PE e questões (Fonte: o autor)

### 3.5.2 Evidências e fontes de evidência para organização da análise

Para cada constructo, é necessário buscar um conjunto de evidências do uso dos princípios da PE na fábrica estudada. Estas evidências consistem de dados qualitativos ou quantitativos e as fontes de evidências são os meios utilizados para a coleta destes dados, que são os questionários aplicados, entrevistas com operadores e supervisores da fábrica e reunião de



retorno com os operadores. A Figura 19 apresenta as evidências dos dados coletados para cada constructo, bem como as fontes destas evidências.

<b>Constructos</b>	<b>Evidências</b>	<b>Fontes de evidências</b>
Solução de problemas	Percepção da equipe	Entrevistas com operadores e supervisores Respostas dos questionários Reunião de retorno aos operadores
	Percepção do pesquisador	Observação direta
Funcionários e fornecedores externos	Percepção da equipe	Entrevistas com operadores e supervisores Respostas dos questionários Reunião de retorno aos operadores
	Percepção do pesquisador	Observação direta
Processo	Percepção da equipe	Entrevistas com operadores e supervisores Respostas dos questionários Reunião de retorno aos operadores
	Percepção do pesquisador	Observação direta Consulta aos padrões de produção
Filosofia	Percepção da equipe	Entrevistas com operadores e supervisores Respostas dos questionários Reunião de retorno aos operadores
	Percepção do pesquisador	Observação direta das políticas da empresa

Figura 19 – Evidências e fontes de evidências de dados (Fonte: o autor)

Embora as respostas dos questionários ofereçam um dado quantitativo e de fácil análise, considerar somente estas informações empobrece a pesquisa. As respostas dos questionários podem apresentar variação no entendimento e interpretação das questões por parte dos operadores, além da possibilidade de ocorrerem tendências nas respostas provocadas pelo estado de motivação daqueles operadores no período. Convém destacar que a pesquisa foi realizada numa época em que a empresa enfrentava um cenário econômico de baixos volumes de produção, contenção de gastos e demissões de funcionários.

Em função disto é que se procura, através do uso de múltiplas fontes de informações, construir um panorama do uso dos princípios da PE mais próximo da realidade possível.

## 4 Resultados e discussões

### 4.1 Considerações iniciais

Neste capítulo são apresentados os resultados do estudo de caso detalhado no capítulo anterior. Primeiramente é feita uma descrição do processo produtivo estudado, detalhando o leiaute e o fluxo de materiais na fábrica. Em seguida, é descrita a avaliação das práticas da produção enxuta realizada na fábrica estudada, baseada em lista elaborada a partir das principais práticas da produção enxuta encontradas na literatura. Posteriormente, são apresentadas as análises das respostas dos questionários aplicados e um resumo final dos resultados da pesquisa.

### 4.2 Descrição do processo produtivo

A fábrica de pregos estudada nesta dissertação produz uma linha diversificada de pregos para construção civil, marcenaria, caixotaria, pregos galvanizados para telhas e pregos especiais conforme especificação do cliente. Toda esta linha soma mais de cem itens diferentes de produtos. Os pregos são produzidos a partir de arame de aço trefilado de diferentes bitolas.

Em linhas gerais, o processo de fabricação dos pregos consiste nas etapas de corte, polimento e empacotamento. Na etapa do corte, o arame trefilado é introduzido nas máquinas que o cortam em tamanhos pré-ajustados e realizam a conformação da cabeça e da ponta do prego. Os pregos formados saem da máquina por uma calha e são coletados em uma caçamba com capacidade de aproximadamente 300 kg. Em seguida, as caçambas de prego cortado são transferidas para a etapa de polimento, que consiste de tambores

rotativos que fazem a limpeza dos pregos. Os pregos polidos então são transferidos para a área de empacotamento. A caçamba de prego polido é basculada em um silo que transfere os pregos para um sistema de balanças automáticas, que formam as unidades (pacotes) de pregos que, finalmente, são embalados em caixas de 10 kg ou 20 kg. As caixas são empilhadas em *pallets* de madeira, que recebem uma última embalagem antes de irem para o estoque de produtos acabados. A movimentação dos materiais entre os processos se dá através de caçambas, com o uso de pontes rolantes. Também existem estoques entre os processos.

Os produtos da fábrica de pregos são divididos em três famílias: pregos para construção civil, pregos galvanizados e pregos especiais. Os pregos de cada família são fabricados em setores específicos dentro da fábrica, denominados células. Dentro de cada célula, encontram-se todas as etapas de fabricação do produto, ou seja, o corte, polimento e empacotamento. Têm-se, então, as células I, II e III, onde são produzidos, respectivamente, os pregos especiais, para construção civil e os pregos galvanizados.

A denominação de células utilizada na fábrica está de acordo com o conceito de células de manufatura definido por Conceição (2005). Este autor define uma célula de manufatura como o agrupamento de peças em famílias e o agrupamento de máquinas em células de manufatura, de modo que as peças com necessidades de processamento similares possam ser completamente manufaturadas na mesma célula. Também está de acordo com a definição de Drolet et al. (1996 apud Marodin et al., 2006), que define a manufatura celular como um agrupamento de diferentes máquinas que permitem a produção de um conjunto de produtos similares em pequenos ou médios lotes.

A Figura 20 apresenta o leiaute do processo produtivo e a localização das células de produção na fábrica de pregos estudada. Cada operador do processo de corte dos pregos controla até uma dezena de máquinas em operação e é responsável também pela etapa de polimento. Cada máquina de empacotamento dos pregos é controlada por um operador. Algumas máquinas de corte são dedicadas a produzir somente um tipo de prego, devido à sua alta demanda, enquanto outras máquinas necessitam de *setups* de ferramentas para produzirem diferentes tipos de produto.

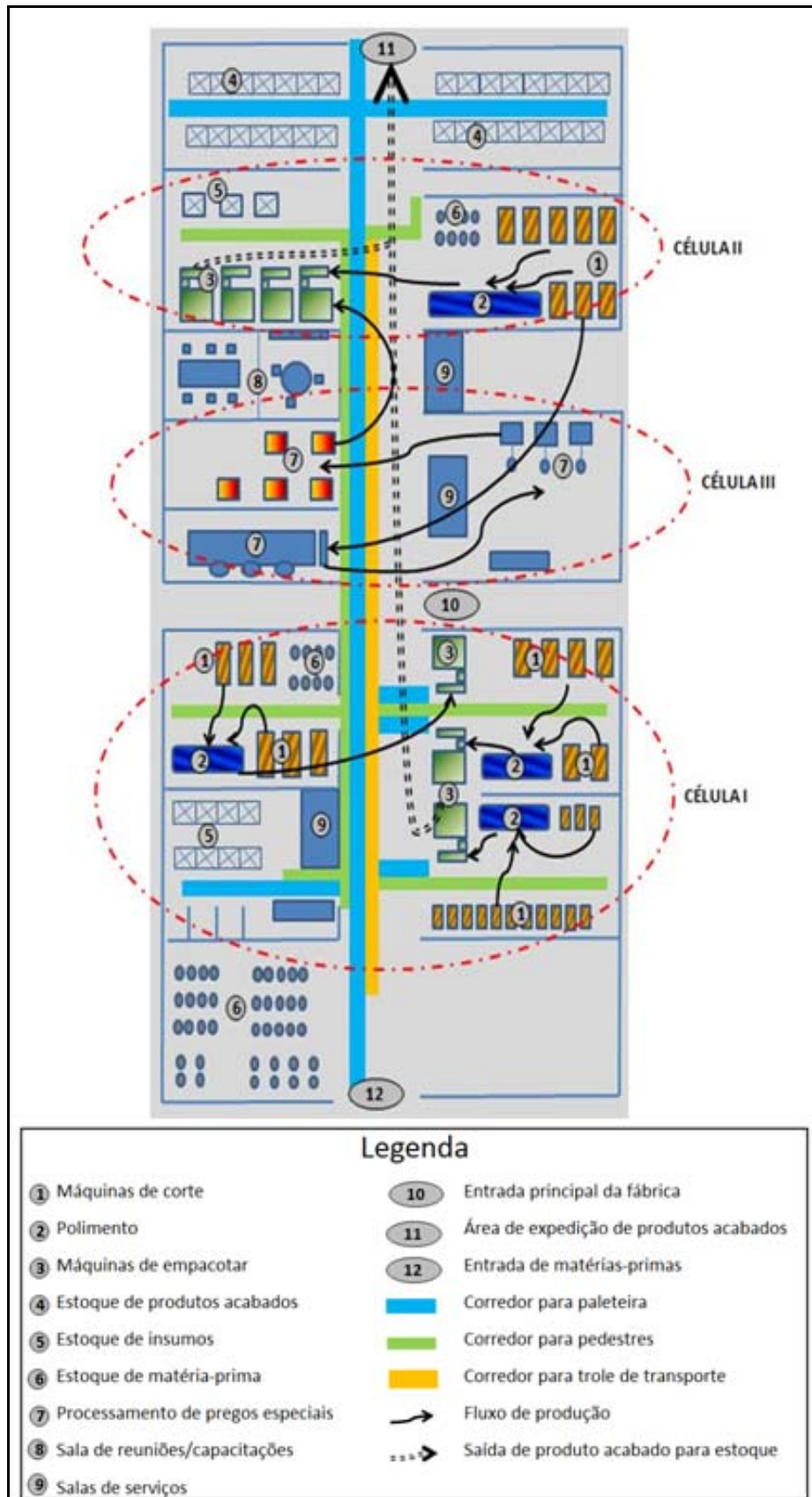


Figura 20 – Leiaute da fábrica de pregos (Fonte: o autor)

## 4.3 Avaliação qualitativa das práticas da produção enxuta

Nos tópicos seguintes são apresentadas as observações das práticas da PE encontradas na fábrica estudada, seguindo o método detalhado no item 3.4.2.

### 4.3.1 Produção puxada

A fábrica recebe a matéria-prima principal de um fornecedor interno que fica localizado em outra área dentro da mesma planta industrial. O transporte da matéria-prima entre áreas é feito por carretas e existe um supermercado de peças entre as áreas que controla o fluxo de produção e transporte da matéria-prima. Este supermercado funciona da seguinte forma: o operador da fábrica cliente retira os materiais do estoque intermediário para consumo e deposita o cartão kanban em um painel. Cada peça possui um cartão kanban, que identifica somente a bitola do material. O peso de cada peça é padrão e consta na etiqueta de identificação que acompanha cada peça. Ao final do turno de trabalho, um operador da fábrica cliente leva todos os cartões kanban do painel até uma caixa coletora na entrada da fábrica fornecedora. No início do próximo turno de trabalho, um operador da fábrica fornecedora deposita os cartões kanban em outro painel de acordo com o tipo de material. Neste painel estão pintadas as faixas verde, amarela e vermelha, sinalizando a prioridade de produção para cada tipo de produto. Estas faixas são dimensionadas mensalmente pelo setor de PCP, conforme a demanda de produção. Existem horários pré-determinados em que a carreta transporta os materiais intermediários de uma área para outra. Segundo relatos obtidos junto aos operadores das fábricas, antes deste sistema kanban ser implementado eram muito freqüentes as faltas de matéria-prima ou superprodução de determinados itens, fato que atualmente ocorre esporadicamente.

Conforme já explicado no item 4.2, o processo produtivo de cada célula de produção da fábrica em estudo é dividido em três etapas. A etapa inicial e final (corte e empacotamento) recebe programação diária emitida pelo setor de PCP. Entre as etapas de cada célula, o fluxo

de produção é organizado por um sistema de filas, onde o primeiro material intermediário produzido também é o primeiro a ser consumido pela etapa seguinte, como num sistema FIFO.

O transporte de materiais internamente dentro da fábrica é feito por lotes, utilizando-se de troles ou pontes rolantes. A quantidade de produto em cada lote varia de acordo com a demanda do processo seguinte. A distância entre os processos e o leiaute físico da área não favorecem o fluxo unitário de materiais. Apesar da necessidade de ter estoques intermediários entre cada etapa do processo, o transporte em lotes reduz o número de movimentações dos equipamentos.

A aderência às ordens de produção emitidas pelo PCP é um indicador acompanhado semanalmente pela alta gerência da empresa. Existem metas de atendimento a este indicador que fazem parte da remuneração variável dos operadores e supervisores. Na fábrica estudada, o atendimento às ordens de produção geralmente fica em torno de 95% para uma meta de 94%.

Andando pela fábrica, não se percebe nitidamente a existência de supermercados entre processos devido à baixa quantidade de sinalizações e demarcações no chão. No início do projeto de implantação de práticas da PE na fábrica, pinturas foram feitas no piso para demarcar os supermercados e determinar o local de armazenagem de cada material. Placas identificando o tipo de material também foram confeccionadas e posicionadas nas extremidades de cada fila de material no estoque intermediário. Devido às movimentações constantes e o desgaste excessivo devido ao peso do material, estas pinturas e placas foram sendo danificadas e, até o momento, não foram restauradas. Contudo, os operadores estão acostumados com o posicionamento dos materiais nos espaços reservados aos supermercados e por isso o sistema vem funcionando satisfatoriamente, segundo relatos do pessoal da fábrica.

O estoque de produtos acabados tem capacidade para aproximadamente a metade da capacidade de produção mensal da fábrica. Desta etapa em diante, até a entrega do produto para o cliente final, não são empregadas práticas da PE, como as entregas puxadas pelo cliente. Na realidade, as áreas de logística e de vendas não participaram do projeto que implantou as práticas da PE na área objeto desta dissertação.

Os produtos finais são classificados em *make to stock*, que são aqueles produtos de aplicação comum a vários clientes e os produtos *make to order*, desenvolvidos e destinados a clientes específicos devido à particularidade de suas aplicações. Os produtos *make to stock* costumam ficar armazenados por até alguns meses no estoque, enquanto os produtos *make to order*, assim que ficam prontos, em questão de poucos dias são transferidos para o cliente.

A entrega do produto no prazo prometido ao cliente final também é um indicador acompanhado semanalmente pela alta direção da empresa e está atrelado à remuneração variável das equipes de produção, logística e de vendas. Ocasionalmente ocorrem pedidos de clientes não atendidos no prazo devido a problemas na produção. Quando isto ocorre, normalmente é devido a problemas de maiores proporções, como a parada de uma máquina por um defeito desconhecido ou problema de qualidade intermitente de causa desconhecida. Os atrasos de produção por interrupções menores de produção são compensados normalmente pelos volumes de produto acabado no estoque.

A empresa julga necessário trabalhar com certo estoque de segurança para os produtos *make to stock* devido à entrada de pedidos não previstos pela área de vendas, por aumento de demanda por sazonalidade do produto ou por promoções feitas pelas áreas de marketing e vendas. Embora exista uma equipe de vendedores em contato direto com os clientes para elaborar previsões de venda a serem repassadas para o PCP, às vezes ocorre cancelamento de pedidos por parte de alguns clientes ou novos pedidos são colocados ao longo do mês. Além disso, e talvez o mais importante, o *lead time* para produzir a matéria-prima da área foco deste trabalho é grande (não medido neste trabalho, mas estimado em aproximadamente três semanas), pois concorre com a produção das demais famílias de produtos da empresa.

Esta concorrência se deve ao fato de os arames, matéria-prima para fabricação dos pregos, serem produzidos a partir de fio-máquina, originado da área de laminação. A laminação, por sua vez, produz vergalhões para construção civil na mesma linha de produção do fio-máquina para arames. Desta forma, a produção para atender um aumento brusco na demanda por pregos pode ser limitada pela capacidade da laminação atender a produção de fio-máquina destinado à fabricação desta família de produtos.

Indicadores típicos da PE, como *lead times* de processamento de cada produto e o *takt time* de cada célula não são medidos. Estes parâmetros foram calculados para cada produto no início do projeto e utilizados para implementar algumas melhorias no processo, mas depois deixaram de ser acompanhados.

#### 4.3.2 Integração da cadeia de fornecedores

A cadeia de fornecedores externos não foi envolvida no projeto de implantação de práticas da produção enxuta na área. Inicialmente, o projeto focou melhorias nos processos internos, até como aprendizado para a equipe, e não houve maturidade suficiente para estender ações junto à cadeia de fornecedores. Atualmente, não há intenção de desenvolver com os fornecedores entregas em pequenos lotes, nem mesmo que estes fornecimentos sejam puxados. Para isto acontecer, deveria haver uma iniciativa corporativa do grupo e, atualmente, não há nenhuma movimentação neste sentido.

Hoje, a área de suprimentos mantém estoques de segurança para cada tipo de insumo e coloca pedidos aos fornecedores conforme a demanda prevista para o mês seguinte. Insumos de maior giro, como embalagens, ficam armazenados na própria área de produção. Os demais itens são armazenados no almoxarifado central e são encaminhados para a área de produção via ordens de pedido eletrônicas.

Os fornecedores de embalagens são considerados os mais importantes, por serem os insumos de maior consumo e também os de maior exigência quanto à qualidade. Estes fornecedores de embalagens possuem relação comercial com a empresa há bastante tempo e a liderança da área consultada considera satisfatório o atendimento, tanto em relação ao prazo quanto à qualidade.



### 4.3.3 Operações padronizadas

Todo produto possui uma especificação que determina as características que o mesmo deve apresentar para atender às necessidades dos clientes. Esta especificação é definida pelas normas do produto vigentes no país, (normas ABNT, por exemplo) e pelas necessidades dos clientes, identificadas pelas equipes de vendas, marketing e assistência técnica. Essa especificação é descrita em um documento que serve de referência para o desenvolvimento de outros padrões, tais como procedimentos que o operador deve seguir para atingir as especificações do produto. São padronizadas as atividades de regulagens e ajustes de equipamentos, seqüência das tarefas do operador, características das matérias-primas utilizadas, tipos de insumos e formas de embalagem, identificação e armazenagem dos produtos.

É dado destaque para as tarefas críticas do processo e aos parâmetros que interferem mais fortemente as características do produto final. Estes pontos críticos do processo são auditados periodicamente pela liderança das equipes, a fim de assegurar o correto cumprimento dos padrões. As melhorias sugeridas podem ser incorporadas no padrão através da sua revisão. Mudanças das necessidades dos clientes percebidas pelas equipes em contato com o mercado também podem ser incorporadas aos padrões. A cada revisão de um padrão, toda a equipe é re-treinada.

As tarefas são padronizadas a um nível macro, não sendo detalhado o passo a passo que o operador deve realizar para executar determinada tarefa. Por exemplo, é especificado que o operador deve trocar determinado filme plástico durante o setup da máquina antes de iniciar a produção de novo material, mas não é especificado o tempo necessário para executar a atividade, as ferramentas necessárias, nem o passo a passo que proporciona a melhor execução da atividade. Isto dá margem para diferentes formas de execução da tarefa e desempenho dos operadores, conforme as suas habilidades.

Alguns elementos tipicamente incluídos em padrões enxutos, como tempos de ciclos, quantidade limite de material em processamento e layout da célula não estão especificados nestes padrões. Na verdade, estes padrões não se enquadram, na sua totalidade, dentro do

modelo de padronização *lean*, conforme Spear e Bowen (1999) descrevem um exemplo de padronização na Toyota.

Os padrões de qualidade do produto e das rotinas de operação são gerenciados através de um software específico, que acompanha e registra as revisões e os treinamentos realizados. Os padrões ficam disponíveis eletronicamente na rede interna da empresa onde todos os operadores têm acesso para consulta. Além disso, cópias em papel estão distribuídas em locais específicos, na área de produção, para consulta pelo pessoal.

#### 4.3.4 Nivelamento da produção

A programação da produção da área estudada tem características predominantes de um sistema de produção empurrada. Toda a programação se baseia em previsões de vendas que a área comercial fornece, a partir de informações coletadas na sua base de clientes. Ao final de cada ano, são elaboradas previsões de demanda para todo o ano seguinte. Com base nesta previsão de demanda são planejados os recursos humanos, de matéria-prima e equipamentos para atender os volumes de produção previstos. Também existem previsões trimestrais de produção, que permitem ajustes nos recursos quando necessário.

Com base no plano de produção trimestral é gerada a programação mensal que pode ter ainda algumas alterações de volumes a serem produzidos, conforme novos pedidos forem entrando. Cada mês inicia com toda a sua programação feita e só em casos excepcionais é alterada. São mantidas máquinas dedicadas para atender determinados produtos de grande demanda enquanto que os itens de menor demanda compartilham as mesmas máquinas, seguindo um seqüenciamento de ordens de produção com setups de máquinas. Pode-se afirmar que existe um bom nivelamento da produção, como se observa pela variedade do mix de produtos fabricados diariamente.

Como um dos indicadores de processo acompanhados pela alta direção da empresa é a utilização dos equipamentos, o correto seqüenciamento das ordens de produção para otimizar os setups de máquinas é bastante valorizado pela equipe da área.

A sazonalidade dos produtos é conhecida e normalmente não ocorrem grandes flutuações de demanda de um mês para outro. Caso ocorra uma alteração de demanda inesperada em curto espaço de tempo, a área utiliza-se de horas-extras para atender estes volumes de produção.

#### 4.3.5 Balanceamento da produção

Devido à grande quantidade de produtos, os tempos de ciclo de operadores e máquinas são bastante variados. O balanceamento da produção leva em conta os tempos de execução de cada tarefa do operador na máquina: inspeções de segurança nos equipamentos móveis (pontes rolantes, empilhadeiras, troles), manutenção autônoma, movimentação de material, abastecimento da máquina, trocas de ferramentas, regulagens e inspeções de qualidade. Além disso, é considerado também o tempo de processamento da matéria-prima pela máquina (sem a intervenção do operador) e o horário de refeição. Desta forma, é calculado o número de máquinas que uma pessoa pode operar em ritmo de produção considerado normal, respeitando as regras de segurança e de ergonomia da empresa. Dependendo da etapa do processo, um operador pode cuidar de uma a seis máquinas e ainda tem tempo disponível para praticar o 5S no seu posto de trabalho e realizar pequenas reuniões com o seu supervisor. Se em um posto de trabalho existem mais folgas que em outros, o operador deste posto recebe mais atribuições de atividades ligadas ao 5S, requisições de materiais e inspeções de segurança e de qualidade.

#### 4.3.6 Flexibilização da mão-de-obra

A multifuncionalidade dos operadores é praticada e incentivada pela liderança. O rodízio entre as células ocorre principalmente para atender um aumento pontual de demanda de determinado produto ou para ocupar o lugar de algum operador que entrou em férias ou se

afastou do trabalho por algum motivo. Nem todos os operadores são multifuncionais, mas são em número suficiente para atender as necessidades da fábrica.

Há aproximadamente dois anos, a multifuncionalidade do operador se tornou condição determinante para ele obter promoções e ter aumento de remuneração. Foi criado um plano de carreira para o operador, com diferentes níveis de cargos e salários, onde para o operador passar de um nível para outro, ele deve se capacitar em processos diferentes dentro da sua área de trabalho. Por exemplo, um operador recém contratado, inexperiente, inicia trabalhando no processo mais simples e com a menor faixa de remuneração. Após cumprir um tempo mínimo nesta função inicial, ele deve capacitar-se num processo mais complexo para evoluir de cargo e nível salarial. A capacitação consiste em treinamento teórico sobre o processo, além de conceitos de qualidade, segurança e meio-ambiente. O operador que realizou todas as capacitações no tempo previsto, passa por uma prova teórica e prática para verificar a sua aptidão para o novo cargo. Caso seja aprovado, este operador irá receber as novas funções a que vinha se capacitando.

Este processo gera um fato interessante: quando o operador adquire maturidade nas atividades do seu cargo atual, ele pode se capacitar para outra função diferente da que vinha exercendo, tendo a sua maturidade reduzida para as novas atividades. Para a liderança da área, isso se traduz em constante capacitação de trabalhadores novos nos postos de trabalho e planejamento dos recursos e capacidade de produção da área, tendo em vista que um operador quando muda para outro posto de trabalho, nos primeiros dois meses, geralmente, somente acompanha e auxilia um colega mais sênior, antes de estar apto para executar sozinho a atividade.

Essa perda da habilidade do operador ao mudar para uma nova função é o lado negativo deste incentivo à multifuncionalidade nas equipes. Por outro lado, a liderança tem a convicção de que quanto mais operadores multifuncionais existirem na área, mais flexibilidade terá para atender variações pontuais de demanda de produção ou outras necessidades de transferência de operadores entre postos de trabalho.

A evolução funcional por conta da multifuncionalidade não é imposta como obrigatória para o operador, depende dele estar motivado para capacitar-se nos processos dentro da empresa. Porém, não há outras maneiras de o operador obter evolução funcional e salarial.

Outra forma do funcionário de nível técnico dominar outro processo é através do recrutamento interno para vagas criadas dentro da empresa. Qualquer operador pode candidatar-se a qualquer vaga criada, desde que atenda a determinados requisitos, como tempo de empresa e escolaridade. A seleção é feita através de entrevistas com o RH da unidade e com o gestor da área onde se encontra a vaga.

#### 4.3.7 Controle da qualidade zero defeitos

Todas as características de qualidade importantes para os clientes estão padronizadas. Para algumas características existem faixas de tolerâncias especificadas, como para comprimento e espessura, por exemplo. Também existem padrões fotográficos que definem níveis de aceitação de determinada característica do produto. Em cada etapa do processo de fabricação são inspecionadas algumas características do produto de forma que os problemas não passem para o processo seguinte. A inspeção é feita por amostragem, duas vezes durante o turno de trabalho do operador. Considerando o número de peças individuais, a amostragem não representa nem um centésimo do total de peças produzidas por dia, mas é considerada suficiente para constatar defeitos provocados por desgaste de ferramentas e outros desvios de processo.

É o próprio operador quem faz a inspeção de qualidade e registra os dados em uma planilha, que depois são analisados estatisticamente por um responsável do departamento da qualidade. O número de amostras com alguma característica reprovada dividido pelo número de amostras ensaiadas resulta no índice de desclassificação do produto, que é um indicador acompanhado semanalmente pela equipe.

Caso o operador encontre alguma peça não conforme, ele inicia um processo chamado “tratamento de falhas”. O operador identifica e segrega o produto não conforme e registra num formulário eletrônico a identificação do material, o sintoma do problema e as causas imediatas, para ajudar na posterior investigação da falha. O seu supervisor, então, inicia com a equipe a identificação das causas básicas para a realização de ações. Existem critérios para a abertura dos tratamentos de falhas, definidos pela quantidade de produto não conforme

gerado. Para quantias inferiores à definida no critério, o operador ou a equipe de manutenção elimina o sintoma do problema sem fazer nenhum registro das ações realizadas.

Todos os operadores têm autonomia de parar a produção para resolver problemas que afetem a qualidade do produto. Entretanto, apesar da autonomia e dos procedimentos padrão, muitos problemas de qualidade são recorrentes, devido ao fato de não se ter aprofundado suficientemente a investigação e identificado as causas raízes nos tratamentos de falhas anteriores. De acordo com relatos de alguns operadores, muitos problemas são crônicos (por exemplo, a variação da composição química da matéria-prima ao longo do seu processo de produção) e a sua solução exige um investimento que não justifica a sua execução.

Problemas de qualidade causados por desgaste de ferramentas e componentes mecânicos dos equipamentos também ocorrem com certa frequência. O motivo destes desgastes de equipamentos não serem detectados a tempo são variados, entre eles, falha na inspeção da manutenção autônoma pelo operador, não realização da manutenção preventiva no prazo e má qualidade das ferramentas utilizadas.

É inviável retrabalhar produtos desclassificados nas características dimensionais, então todo material rejeitado é sucateado e penaliza outro indicador da área que é a perda metálica. A perda metálica é a razão entre o volume de tudo o que foi rejeitado no processo de produção (incluindo perdas de processo) e o volume total produzido no mês. Este é um indicador importante para a área, pois entra no cálculo do custo de fabricação do produto. Na época que estava sendo realizado este trabalho na área, iniciou-se um projeto Seis Sigma com o objetivo de reduzir a perda metálica da fábrica.

Quanto aos equipamentos, geralmente estes não apresentam dispositivos *poka-yoke* para detectar defeitos e características dimensionais fora da especificação. Somente no processo final de embalagem do produto é que existem dispositivos que conferem o peso de cada pacote e caixa e refugam automaticamente os que estiverem fora do padrão. Também existem sensores óticos que verificam se a embalagem condiz com o tipo de material em produção, para evitar erros de identificação de produto. Segundo relatos do pessoal da fábrica, as reclamações de clientes por peso do produto fora do especificado e erros de

identificação de material foram praticamente reduzidos à zero após a instalação destes dispositivos *poka-yokes*.

Em relação à ausência de dispositivos semelhantes nas outras etapas do processo, para detectar desclassificações por características dimensionais fora da faixa especificada, o supervisor da manutenção argumentou dois motivos principais: a falta de uma solução robusta e eficaz e o alto custo de instalação de dispositivos em um parque de aproximadamente cem máquinas.

Entretanto, apesar dos controles existentes, ainda ocorrem reclamações de clientes por qualidade do produto, embora essas venham diminuindo ao longo dos anos, conforme informações do pessoal da área. Toda reclamação de cliente é discutida em reuniões mensais com a alta gerência da empresa, sendo apresentadas as investigações das causas que levaram à falha.

No sistema de gestão da qualidade da empresa, existe uma rotina de auditorias de padrões, realizadas pela liderança em conjunto com os operadores. Cada padrão de qualidade deve ser repassado com cada operador da área, para garantir que todos executem as operações da mesma forma. O supervisor, durante a auditoria do padrão, observa a realização da tarefa pelo operador e depois se reúne com ele para discutir os pontos positivos e negativos. Neste momento o operador pode sugerir melhorias na realização da atividade que, se aprovada por todos, é incorporada ao padrão para todos serem treinados.

#### 4.3.8 Manutenção produtiva total

A área conta com equipe de manutenção mecânica e elétrica própria, acompanhando os turnos de produção junto com os operadores. O setor de manutenção central coordena as práticas de manutenção em todas as áreas da empresa. São utilizadas quatro práticas de manutenção: manutenção preditiva, preventiva, corretiva e manutenção autônoma. A manutenção preditiva consiste na inspeção estrutural de equipamentos utilizando-se de ferramentas específicas para detectar possíveis folgas, vibrações e deformações. Na

manutenção preventiva, os mecânicos e eletricitas verificam o estado das peças e componentes dos equipamentos e os substituem antes que a máquina quebre, interrompendo a produção. Ambas as manutenções preditiva e preventiva possuem cronograma de realização e *check-list* específico para cada equipamento. O atendimento aos planos de manutenção preditiva e preventiva é um indicador que faz parte da remuneração variável da equipe de manutenção, assim como o índice de interrupção dos equipamentos da área. O índice de interrupção é medido pelo tempo de máquina parada por manutenção não prevista dividido pelo tempo total de produção programada para aquele equipamento.

Dentro da equipe de manutenção, existe uma focada em manutenção preditiva e preventiva e outra na manutenção corretiva. As solicitações de intervenções no equipamento fluem direto dos operadores para os mecânicos ou eletricitas.

Apesar de ser bem disseminado o conhecimento de que a manutenção preventiva deve ser colocada como prioridade, esta às vezes é omitida ou reduzida a um grupo de máquinas críticas para reduzir os custos de manutenção da área. O custo de manutenção tem grande impacto no custo operacional total da área. Então, em meses onde o volume de produção não é suficiente para diluir os custos fixos, opta-se por realizar a manutenção preventiva somente em equipamentos críticos, que respondem pelos maiores volumes de produção, ou que envolvam questões de segurança e qualidade. Este artifício deixa transparecer que o custo de produção é um indicador de maior relevância para a empresa do que o índice de interrupção dos equipamentos.

Enquanto o indicador custo é apresentado semanalmente para a alta direção da empresa, o índice de interrupção dos equipamentos é apresentado em reunião mensal com toda a gerência e a direção.

Todo operador recebe capacitação teórica em manutenção autônoma e tem a função de zelar pelo seu equipamento. Ele está capacitado a realizar pequenas manutenções na máquina, além de limpeza e conservação. Toda máquina possui uma planilha onde constam todos os itens que devem ser inspecionados na manutenção autônoma e a frequência de inspeção. Caso o operador encontre alguma avaria no equipamento que ele não possa consertar, o mesmo preenche uma etiqueta de manutenção mecânica ou elétrica e deposita



numa caixa coletora na área. O mecânico ou eletricista de plantão tem na sua rotina verificar estas etiquetas e providenciar os reparos.

Todos os meses é realizada uma auditoria da manutenção autônoma na área para verificar a realização das inspeções e o índice de emissão de etiquetas de manutenção pelos operadores. A meta para cada operador é emitir pelo menos quatro etiquetas de manutenção autônoma por mês. Quem realiza estas auditorias é o supervisor de cada equipe, com a participação eventual de algum representante da manutenção central. Semestralmente são escolhidos os setores que apresentaram as melhores práticas de manutenção autônoma, em termos de conservação dos equipamentos, 5S e cumprimento das rotinas de inspeções. Os setores escolhidos na empresa são reconhecidos com viagens e brindes.

Segundo relatos dos supervisores da área, a manutenção autônoma é uma prática que exige constante incentivo e motivação dos operadores para que esta prática não acabe sendo esquecida perante as outras rotinas do dia-a-dia.

#### 4.3.9 Troca rápida de ferramentas (TRF)

Este foi um dos principais focos do projeto de implantação de práticas da produção enxuta na área estudada. Deu-se grande ênfase nesta prática, pois fora percebido que o tempo de setup dos equipamentos era elevado. O trabalho iniciou com filmagens e tomadas de tempos dos setups na situação atual. Depois, os operadores e a liderança foram reunidos em sala para discutir as oportunidades de melhorias e determinar as metas de tempos de setups a serem alcançados. Todas as melhorias levantadas foram padronizadas e ao final foram obtidos bons ganhos em redução de tempos de trocas de ferramentas e ajustes de máquinas.

Nas entrevistas com os operadores percebe-se que esta é uma prática de grande aceitação e conhecimento de todos, pois logo é citada quando questionados quanto ao que mais alterou na sua rotina de trabalho após a implantação das práticas da produção enxuta.

Antes realizados pelos mecânicos, agora os setups são feitos pelos próprios operadores capacitados para tal atividade. As principais alterações foram: a divisão entre setup externo e interno, a padronização de ferramentas e padronização e seqüenciamento das atividades inerentes às trocas de ferramentas e ajustes da máquina.

Durante a implantação da TRF na área, os operadores formaram Grupos de Solução de Problemas (GSPs) e definiram metas de tempos de setups de máquinas a serem alcançados, aprovados pela empresa. Ao atingir os tempos previstos, todos receberam recompensa financeira pelo objetivo alcançado.

#### 4.3.10 Gerenciamento visual

O leiaute atual da fábrica dificulta bastante os fluxos de materiais. A fábrica é dividida em grandes salas havendo necessidade de transportar os materiais de uma sala para outra para completar todas as etapas do processo. Estas salas abrigavam uma capacidade produtiva menor no início da operação da fábrica, há duas décadas. Com o constante aumento de capacidade, mais equipamentos e processos novos foram sendo introduzidos e o leiaute foi sendo improvisado na medida em que surgiam novas necessidades de curto prazo. Atualmente existem estudos de modificação de leiaute, que envolve um custo de implantação bastante significativo para a área.

Para um visitante externo é difícil compreender o fluxo dos processos de produção da fábrica. A sinalização existente orienta principalmente quanto à segurança da área, demarcando corredores de pedestres, vias de equipamentos, pontos de perigo e locais de acesso restrito. Os equipamentos móveis também possuem alarmes sonoros para chamar a atenção dos pedestres. Esta sinalização de segurança é padronizada e adotada em toda a empresa.

Dispositivos visuais nas máquinas indicando o ritmo de produção não são comuns. De outro lado, existem cartazes com informações sobre o ritmo de atendimento ao plano de produção da fábrica, onde os operadores podem consultar possíveis itens em atraso e a

programação para os dias seguintes. Estes cartazes estão sempre atualizados com a produção acumulada no mês. Nas máquinas também são colocadas folhas chamadas ordens de produção, com a programação semanal daquele equipamento para que o operador possa requisitar com antecedência os insumos e realizar os setups externos.

Os principais indicadores da área estão expostos em murais para a consulta de todos. São apresentados através de gráficos com a meta planejada e o valor atingido no mês. Estes murais estão localizados em uma sala de uso comum, chamada de praça da qualidade, situada no meio da área de produção. Além dos indicadores, esta sala conta com computadores para consulta à intranet da empresa e realização de auto-treinamentos e espaço para reuniões rápidas da equipe.

Na área e na empresa como um todo, percebe-se que a prática do 5S é bastante forte, tendo em vista a limpeza e organização tanto dos espaços internos quanto externos às fábricas. A prática do 5S foi implantada na empresa há mais de dez anos e constantemente são realizadas campanhas de motivação e revitalização do programa. Mensalmente são realizadas auditorias de 5S e escolhidos os melhores postos por área da empresa, que podem ser tanto células de produção e oficinas quanto escritórios ou laboratórios. Semestralmente são escolhidos os melhores postos da empresa. Os funcionários dos postos vencedores recebem reconhecimento da empresa através de brindes, troféus ou viagens.

Na empresa existe também um programa denominado “Gestão com foco no operador”. Neste programa, alguns operadores são capacitados para gerir determinadas categorias de indicadores, como qualidade, custo, segurança, 5S e manutenção autônoma. A gestão consiste no acompanhamento semanal destes indicadores e a tomada de ações corretivas caso seja percebido algum desvio do valor do indicador em relação à meta proposta. As ações são tomadas em conjunto com o supervisor de produção e o restante da equipe.

A partir daí, estes operadores passam a atuar como multiplicadores junto ao restante da equipe ajudando a liderança a gerir a rotina da área, identificando desvios de processo, desperdício e motivando a equipe a atingir as metas propostas. Semanalmente são realizadas reuniões entre o gestor da área, facilitadores e multiplicadores para avaliar a evolução dos indicadores e tratar os possíveis desvios. Nestas reuniões, cada operador apresenta os indicadores de que é multiplicador. A cada doze meses, em média, os

operadores se alternam entre as categorias de indicadores, permitindo um conhecimento mais amplo da gestão da empresa.

#### 4.3.11 Melhoria contínua

Recentemente, foi introduzido na empresa o programa “Idéias”, com a finalidade de incentivar os funcionários a contribuírem com sugestões de melhorias. A pessoa cadastra sua idéia na intranet e esta tem a sua viabilidade avaliada pelo seu superior imediato. Caso tenha sua idéia aprovada, a pessoa que a sugeriu é responsável por dar andamento nas ações até concluir sua implantação. As idéias podem ter um ganho mensurável ou não. Qualquer funcionário pode sugerir uma idéia de melhoria, mas somente operadores são recompensados através de um sistema de acumulação de pontos para cada idéia registrada no sistema. Existem diversas faixas de pontos que podem ser trocados por brindes.

Semanalmente, o diretor da unidade e os gestores acompanham o andamento do programa, verificando o número de idéias cadastradas e o tempo médio de implantação das mesmas. A empresa considera satisfatório o número de idéias cadastradas até o momento. Por outro lado, o percentual de participação dos funcionários no programa está abaixo das expectativas, ou seja, as sugestões de melhorias estão concentradas em determinadas pessoas e um grande número de funcionários ainda não contribui formalmente com a sua sugestão de melhoria. A situação do programa “Idéias” na área aonde foi realizado este estudo de caso é semelhante ao do restante da empresa.

Outro fórum para a realização de melhorias são os “Grupos de Solução de Problemas” (GSP). Os GSPs são montados para resolver problemas que afetem o desempenho de algum indicador do processo, a qualidade do produto, a segurança ou um problema que possa trazer prejuízos ao meio ambiente. Deles participam operadores e a liderança da área. É utilizada a metodologia MASP para se chegar às causas raízes das falhas. Os GSPs oferecem um retorno financeiro aos seus participantes, proporcional ao ganho obtido com o trabalho realizado. Para os trabalhos com ganhos não mensuráveis também são oferecidos

pagamentos aos participantes. Os grupos de solução de problemas são temporários, ou seja, eles encerram após a verificação da eficácia das ações e padronização.

Anualmente são escolhidos em cada unidade do grupo os melhores projetos GSPs nas categorias “ganho mensurável” e “ganho não-mensurável”. Os vencedores de cada unidade participam de um evento que reúne os melhores projetos GSP de todo o grupo, inclusive os de unidades no exterior. A área em que foi realizada a presente pesquisa todos os anos tem apresentado trabalhos de GSPs. Estes trabalhos também são apresentados no “Dia da Qualidade”, evento anual onde todas as áreas da empresa expõem seus trabalhos e podem trocar experiências e melhores práticas de qualidade, segurança, redução de custos, entre outros.

Para que as oportunidades de melhorias e de atingimento de resultados fiquem mais evidentes entre todos os operadores e, dessa forma, haja mais participação nos programas de melhoria contínua, as metas da empresa são desdobradas até o chão de fábrica. Por exemplo, se a direção da empresa propõe o desafio de reduzir em 10% o custo operacional da unidade, esta mesma meta é repassada para a fábrica e é elaborado um plano de ação com a participação da liderança e operadores. A remuneração variável dos operadores também está atrelada ao atingimento destas metas.

Outra prática de melhoria contínua realizada pela área estudada é a visita de *benchmarking*. Na verdade, esta também é uma prática organizada e estimulada pela empresa como um todo. Normalmente estas visitas são realizadas em unidades do grupo no Brasil e no exterior, mas podem também acontecer em empresas de outros setores. Geralmente quem participa das visitas de *benchmarking* são gestores e facilitadores, mas os operadores também podem participar, conforme decisão da área. Há casos em outras áreas da empresa, que não a estudada, onde operadores e liderança realizaram visitas de *benchmarking* em empresas siderúrgicas japonesas nos últimos anos. Um dos produtos das visitas de *benchmarking* é um relatório, que fica à disposição para consulta de todos os funcionários na intranet da empresa.

Não existem formalmente os *kaizens workshops*, comuns em empresas que aplicam os conceitos da produção enxuta. Nos seus treinamentos, a empresa não relaciona as ações formais de melhorias contínuas como integrantes dos conceitos da produção enxuta. Ela os

apresenta como ferramentas que fazem parte do sistema de gestão próprio da empresa. Na área onde foi realizado este estudo, aconteceram treinamentos sobre conceitos da produção enxuta somente quando iniciou o programa denominado *Lean Tools*, em meados de 2004.

## 4.4 Avaliação do uso dos princípios da produção enxuta

### 4.4.1 Número de questionários entregues e validados

Foi distribuído um total de 44 questionários para um público total de 52 operadores da fábrica, distribuídos entre as três células de produção. Alguns funcionários não receberam os questionários por estarem em férias no período da pesquisa. Obteve-se o retorno de 32 questionários e, destes, 29 atenderam aos critérios de aceitabilidade definidos. Dois questionários foram eliminados por apresentarem respostas apenas nas extremidades e outro foi reprovado pelo tempo de empresa do participante ser menor que um ano. A Tabela 8 apresenta os dados de distribuição e retorno dos questionários, desagregados também por setor da fábrica.

**Tabela 8 – Distribuição e retorno dos questionários**

	Número de operadores	Questionários entregues	Questionários retornados	Questionários aproveitados	Participação efetiva
Célula I	25	20	10	10	40%
Célula II	18	16	15	13	72%
Célula III	9	8	7	6	67%
Total da fábrica	52	44	32	29	56%

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4.2 Caracterização da população participante da pesquisa

A Tabela 9 apresenta as características básicas referentes aos participantes da pesquisa. Nessa tabela, os dados sobre idade, sexo, escolaridade e tempo de empresa dos participantes são mostrados no total da fábrica estudada e também em cada célula.

**Tabela 9 – Perfil dos participantes da pesquisa**

		Total da fábrica		Célula I		Célula II		Célula III	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<b>IDADE</b>	até 20 anos	0	0	0	0	0	0	0	0
	de 21 a 25 anos	3	10	1	10	2	15	0	0
	de 26 a 30 anos	1	3	0	0	0	0	1	17
	de 31 a 35 anos	6	21	1	10	5	38	0	0
	de 36 a 40 anos	11	38	5	50	1	8	5	83
	de 41 a 45 anos	3	10	0	0	3	23	0	0
	mais de 46 anos	5	17	3	30	2	15	0	0
<b>Sexo</b>	Masculino	29	100	10	100	13	100	6	100
	Feminino	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Escolaridade</b>	1º grau incompleto	0	0	0	0	0	0	0	0
	1º grau completo	9	31	4	40	3	23	2	33
	2º grau incompleto	2	7	1	10	1	8	0	0
	2º grau completo	14	48	2	20	9	69	3	50
	3º grau incompleto	4	14	3	30	0	0	1	17
	3º grau completo	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tempo de empresa</b>	até 2 anos	1	3	0	0	1	8	0	0
	de 2 a 4 anos	3	10	1	10	2	15	0	0
	de 5 a 9 anos	4	14	0	0	2	15	2	33
	de 10 a 14 anos	9	31	2	20	4	31	3	50
	de 15 a 19 anos	9	31	6	60	2	15	1	17
	de 20 a 24 anos	3	10	1	10	2	15	0	0
	mais de 25 anos	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Participa de GSP?</b>	Sim	16	55	7	70	5	38	4	67
	Não	13	45	3	30	8	62	2	33
<b>Recebeu treinamento de PE?</b>	Sim	17	59	6	60	9	69	2	33
	Não	12	41	4	40	4	31	4	67

Fonte: Elaborado pelo autor

A tabela ainda apresenta os resultados das perguntas aos participantes acerca de se os mesmos participavam de grupos de solução de problemas (GSP) e se tinham participado de algum treinamento sobre a produção enxuta (PE). A idade média dos operadores da fábrica de pregos é 38 anos e 72% possuem mais de 10 anos de empresa. O 2º grau completo foi obtido por 62% dos operadores e nenhum deles é formado em curso superior. Atualmente, os novos funcionários da empresa devem ter pelo menos o 2º grau completo e algum curso técnico concluído ou em andamento.

Observa-se que os operadores da fábrica, no geral, são experientes, em relação à idade e tempo de empresa. Estes operadores mais velhos também são os que apresentam mais baixa escolaridade (1º grau ou 2º grau incompleto). Principalmente os operadores com mais de dez anos de empresa passaram por inúmeras mudanças tecnológicas e do sistema de gestão da empresa. Segundo os supervisores entrevistados, alguns deles têm dificuldades em adaptar-se aos novos sistemas de gestão informatizados, que precisam acessar para registrar as falhas que ocorrem no processo, as interrupções de equipamentos e até as suas sugestões de melhorias.

Uma particularidade da população participante da pesquisa é que ela é composta exclusivamente por pessoas do sexo masculino. Devido ao ambiente de produção insalubre e que exige certo esforço físico por parte do operador, não são observadas mulheres trabalhando nas áreas de produção.

Dos respondentes, 55% participam de GSP e 59% afirmam que receberam algum treinamento sobre a produção enxuta. O treinamento descrito pelos respondentes dos questionários foi realizado no início do projeto na fábrica de pregos, abordando os conceitos fundamentais do sistema de produção enxuta, ministrado pela consultoria externa contratada pela empresa. A carga horária total do treinamento foi de 24 horas.

#### 4.4.3 Teste de consistência interna Alfa de Cronbach

Na Tabela 10 está apresentado o teste de consistência interna Alfa de Cronbach, geral e por célula de produção da fábrica estudada, dos questionários respondidos pelos operadores.



**Tabela 10 – Teste de consistência Alfa de Cronbach, dos questionários aplicados**

	<b>Alfa de Cronbach</b>
<b>Célula I</b>	0,958
<b>Célula II</b>	0,766
<b>Célula III</b>	0,868
<b>Geral</b>	0,906

Fonte: Elaborado pelo autor

Nas três células verificou-se que os resultados apresentaram boa consistência (0,958 na célula I, 0,766 na célula II e 0,868 na célula III), demonstrando que as questões tiveram bom entendimento. O teste de consistência interna medido pelo Alfa de Cronbach (CRONBACH, 1951) estabelece como parâmetro mínimo o valor de 0,55 no resultado dos testes.

#### 4.4.4 Teste de correlação

Foi utilizado o teste de Pearson a 5% de significância (95% de confiança) para avaliar a existência de correlação entre as questões de um mesmo constructo para cada célula da fábrica. Os resultados destes testes são apresentados no apêndice D. A Tabela 11 mostra o número de correlações existentes entre as questões por constructo, de cada célula de produção. Do total de 384 correlações possíveis entre os questionários, nas três células, existiram 318 correlações (82,8%), sendo 76 correlações fortes (23,9%).

Tabela 11 – Correlações existentes entre as questões

Constructo	Célula	Correlações possíveis		Correlações existentes		Correlações Fortes	
		por célula	por constructo	por célula	por constructo	por célula	por constructo
Solução de problemas	I	15	45	15	30	6	12
	II	15		5		3	
	III	15		10		3	
Funcionários e fornecedores externos	I	45	135	42	125	6	31
	II	45		38		4	
	III	45		45		21	
Processo	I	67	201	60	161	13	33
	II	67		54		12	
	III	67		47		8	
Filosofia	I	1	3	1	2	0	0
	II	1		0		0	
	III	1		1		0	
<b>TOTAL</b>		384		318		76	

Fonte: Elaborado pelo autor

Somente não houve correlação forte no constructo filosofia. Neste constructo havia a possibilidade de haver apenas uma correlação entre as questões, para cada célula de produção, em função de haver duas questões relativas a este constructo no questionário entregue aos operadores.

#### 4.4.5 Análise dos resultados dos questionários

A Tabela 12 apresenta os resultados dos questionários respondidos pelos operadores, agrupados por princípio da produção enxuta, para cada célula da fábrica estudada. Os resultados que foram discutidos com os operadores na reunião de retorno estão grifados em negrito na tabela.

Tabela 12 – Resultados dos questionários

Constructos	Princípios da produção enxuta	CÉLULA I			CÉLULA II			CÉLULA III		
		Méd.	Des.	CV	Méd.	Des.	CV	Méd.	Des.	CV
Solução de problemas	Ver por si mesmo os problemas aonde eles ocorrem	12,2	2,8	23,0	<b>11,3</b>	<b>3,5</b>	31,0	12,9	0,8	6,2
	Tomar decisões por consenso	<b>9,0</b>	2,5	27,8	10,8	1,8	16,7	10,5	0,9	8,6
	Promover a melhoria contínua	<b>11,4</b>	<b>3,4</b>	29,8	12,1	1,4	11,6	12,9	1,0	7,8
Funcionários e fornecedores externos	Construir relações de parceria com a rede de fornecedores	<b>9,7</b>	3,0	30,9	<b>9,8</b>	<b>4,2</b>	42,9	11,9	1,8	15,1
	Desenvolver e capacitar as pessoas	10,4	2,2	21,2	11,8	1,6	13,6	11,1	2,4	21,6
	Obter comprometimento da liderança e da equipe	11,9	1,8	15,1	12,6	1,2	9,5	12,7	1,2	9,4
Processo	Produzir em fluxo contínuo	10,4	3,2	30,8	12,3	2,0	16,3	10,6	1,7	16,0
	Puxar a produção	11,6	2,1	18,1	11,0	2,8	25,5	11,4	2,2	19,3
	Produzir niveladamente, de acordo com a demanda do mercado	12,4	1,4	11,3	12,2	2,1	17,2	12,0	1,3	10,8
	Usar somente tecnologia confiável e completamente testada	<b>11,2</b>	<b>3,9</b>	34,8	11,9	1,9	16,0	<b>10,3</b>	<b>3,4</b>	33,0
	Controlar visualmente os processos para expor os problemas	12,0	2,8	23,3	11,2	2,9	25,9	12,6	1,4	11,1
	Padronizar as tarefas	13,5	1,6	11,9	13,1	1,3	9,9	13,1	1,1	8,4
	Criar dispositivos que separam o trabalhador da máquina	<b>11,4</b>	<b>4,4</b>	38,6	<b>11,4</b>	<b>4,6</b>	40,4	10,4	3,0	28,8
	Parar a produção para resolver os problemas	13,9	0,7	5,0	13,6	1,0	7,4	13,3	1,1	8,3
	Eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo	12,4	2,3	18,5	12,7	1,7	13,4	12,6	1,6	12,7
	Manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras	<b>7,8</b>	<b>4,7</b>	<b>60,3</b>	9,0	<b>4,1</b>	<b>45,6</b>	9,7	<b>4,4</b>	<b>45,4</b>
Filosofia	Criar valor para o cliente	13,8	0,6	4,3	<b>12,0</b>	<b>3,7</b>	30,8	13,1	1,4	10,7
	Tomar decisões pensando em longo prazo	12,4	2,5	20,2	12,5	1,5	12,0	12,4	2,2	17,7

Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir, em cada subitem serão discutidos os resultados sobre o uso dos princípios da produção enxuta de cada constructo, considerando as informações levantadas através da aplicação dos questionários, da avaliação das práticas da produção enxuta, das entrevistas com os operadores e da reunião de retorno com os operadores.

#### 4.4.5.1 Constructo solução de problemas

No que se refere ao princípio “ver por si mesmo os problemas aonde eles ocorrem”, os resultados dos questionários da célula II apresentaram menor média (avaliação mais negativa) e maior desvio padrão em relação às outras células de produção. Na reunião de retorno com os operadores, todos declararam ter compreendido o significado deste princípio e as questões do questionário que o avaliaram. Ficou claro que a equipe avalia este princípio através da postura dos seus supervisores frente aos problemas. Eles consideram um fato positivo quando os supervisores de produção e de manutenção estão presentes na área de produção verificando as dificuldades enfrentadas por eles e, principalmente, quando são tomadas ações corretivas imediatas para sanar os problemas. Quanto à diferença na avaliação deste princípio na célula II, a única particularidade evidenciada é que houve a mudança do supervisor da produção desta célula dois meses antes da pesquisa. De acordo com o relato dos operadores, estas mudanças geralmente são repentinas, sem que haja uma passagem gradual de funções entre supervisores. Quando isso ocorre, até que o novo supervisor fique inteirado completamente da equipe e das rotinas da área, demora-se mais para resolver os problemas da área.

No que se refere ao princípio “tomar decisões por consenso, considerando todas as opções e implementá-las com rapidez”, o motivo da satisfação dos operadores ser menor na célula I, segundo eles próprios, é devido à existência de uma série de projetos de melhorias pendentes de serem implantados na célula. Este sentimento foi exposto na resposta à questão número 17 do questionário (as melhorias na minha área são implantadas com rapidez), relacionada a este princípio, que recebeu uma das menores notas na pesquisa (média 8,3). Para facilitar a compreensão, na reunião de retorno aos operadores este princípio foi dividido em dois momentos: a tomada de decisões por consenso e a velocidade de implantação das ações. Ao final do debate entendeu-se que as decisões realmente são tomadas por consenso, principalmente levando-se em consideração a opinião dos operadores. A divergência de opiniões está na avaliação da velocidade de implantação das ações, principalmente na célula I. Segundo os operadores que participaram da reunião de retorno, algumas melhorias são implantadas em um equipamento para teste e após a

aprovação, muitas vezes deixam de ser replicadas para os demais equipamentos da área. As justificativas geralmente são a escassez de orçamento disponível para investir ou a priorização dos investimentos. Ações de melhorias relacionadas à segurança operacional têm prioridade para serem implantadas.

A razão para a avaliação da velocidade de implantação das ações ser menor na célula I é que esta possui o maior número de máquinas, então o custo para replicar uma melhoria para todos os equipamentos se torna, às vezes, inviável de ser praticado num curto espaço de tempo. Outro fator que leva ao atraso de algumas ações é o próprio fato de a empresa incentivar os funcionários a contribuírem com sugestões de melhorias nos seus postos de trabalho, mas os recursos de pessoas para implantar estas ações são considerados insuficientes pelos operadores. Isto se agravou no final de 2008 e início de 2009, com a crise econômica mundial que se instaurou, reduzindo drasticamente os investimentos da empresa e paralisando muitas ações de melhoria em andamento. Contudo, há o sentimento, por parte dos operadores, de que existe priorização de investimentos da fábrica na célula II, já que esta responde por cerca de 80% da produção da fábrica.

#### 4.4.5.2 Constructo funcionários e fornecedores externos

O princípio “construir relações de parceria com a rede de fornecedores” teve avaliação mais positiva pelos operadores da célula III. A pergunta que avaliava este princípio era se os fornecedores externos também estavam engajados com os resultados da área. Na célula III se produzem os pregos galvanizados, que utilizam uma diversidade maior de insumos e matérias-primas de diferentes fornecedores. Nesta célula também existe um trabalho constante de aperfeiçoamento do processo, com testes de novos insumos e desenvolvimentos com diferentes fornecedores externos. Estes fatos é que motivaram a avaliação mais positiva do princípio “construir relações de parceria com a rede de fornecedores” na célula III.

Para os operadores que participaram da reunião de retorno, nas células I e II a relação de parceria com a rede de fornecedores é percebida pelo longo tempo de relações comerciais

existente entre a empresa e os seus principais fornecedores externos de insumos. Contudo, pelo que foi percebido na avaliação do uso das práticas da produção enxuta na fábrica, o envolvimento do pessoal da produção com fornecedores externos é mais restrito a eventuais desenvolvimentos e testes de produtos. Normalmente todos os contatos com os fornecedores externos são realizados pela equipe de suprimentos, que trata desde os contratos comerciais, colocação de pedidos e até as reclamações sobre eventuais falhas em algum lote fornecido. Como foi visto na etapa de avaliação das práticas da produção enxuta, a empresa estudada não utiliza nenhum conceito lean no recebimento de insumos e matérias-primas dos seus fornecedores externos. Desta forma, a avaliação dos operadores sobre o princípio aqui apresentado é feita a partir da sua percepção de que a relação existente hoje entre a empresa e seus fornecedores externos atende as suas expectativas, embora eles desconheçam os benefícios que porventura teriam se a empresa aplicasse conceitos lean no desenvolvimento e recebimento de insumos e matérias-primas com seus fornecedores externos.

O princípio “obter comprometimento da liderança e da equipe” não foi discutido na reunião de retorno com os operadores, pois nos questionários recebeu uma avaliação semelhante e positiva nas três células. Na avaliação do uso das práticas da produção enxuta, nas entrevistas com os operadores e na visão do pesquisador pela sua experiência profissional dentro da empresa, percebe-se que este princípio tem presença forte na cultura da organização. Talvez o principal fator responsável por criar este ambiente de pessoas comprometidas é a relação aberta entre a direção da empresa e seus funcionários. As informações fluem por todos os níveis gerenciais e operacionais através de vários meios de comunicação. As pessoas são constantemente informadas sobre a situação financeira da empresa, do mercado, das metas que devem ser atingidas e dos resultados até então alcançados. Outro fator importante é que quando os resultados são alcançados, eles são comemorados, reunindo-se todos os funcionários da empresa para uma confraternização. Isto gera uma sensação de dever cumprido entre todos e cria motivação para atingir novas metas.

Quanto ao princípio “desenvolver e capacitar as pessoas”, o resultado dos questionários foi semelhante ao do princípio anterior, ou seja, avaliação positiva e semelhante nas três células de produção. Desta forma, este princípio também não foi levado para debate e

esclarecimento na reunião de retorno com os operadores. Uma evidência de que este princípio também tem presença forte na empresa é o plano de capacitação dos funcionários, que é específico para cada cargo e função exercidos na empresa. Para o cargo de operador, por exemplo, existe um plano de capacitação específico para cada função que ele irá exercer. A carga de treinamentos é bem maior logo que o funcionário entra na empresa, mas estende-se por toda a sua carreira através de treinamentos de aperfeiçoamento, tanto de caráter técnico, aplicável aos processos da empresa, quanto voltados para o desenvolvimento pessoal de cada funcionário. A capacitação prática do aprendiz, em qualquer função, é feita com acompanhamento de um funcionário mais experiente até que, gradativamente, o conhecimento seja transferido e o aprendiz possa exercer sozinho a função. No nível executivo, existe outro plano de capacitação para identificar futuros líderes na empresa. Estes são acompanhados por gerentes mais experientes através de um processo de avaliações de desempenho periódicas, com atribuição de metas individuais de desenvolvimento pessoal ao futuro líder. Uma das informações mais relevantes sobre este princípio levantada na avaliação das práticas diz respeito sobre a forma com que o funcionário de nível operacional é promovido de cargo e função na empresa estudada. Para ser promovido ele deve se capacitar em uma nova função e realizar uma prova aonde seus conhecimentos teóricos e práticos são avaliados. A equipe avaliadora é constituída pelo seu superior imediato, um representante da área de recursos humanos e um representante de uma consultoria externa. Ao demonstrar um nível de conhecimento mínimo, o operador é considerado apto a realizar uma nova função e recebe promoção a um cargo superior. Isto faz com que todos os operadores, sejam eles novatos ou com bastante tempo de empresa, estejam em constante processo de aprendizado e capacitação.

#### 4.4.5.3 Constructo processo

O princípio “produzir em fluxo contínuo” foi avaliado positivamente nas três células de produção, tendo uma maior nota na célula II. Das entrevistas com os operadores e pelo que foi visto na avaliação das práticas da produção enxuta, realmente é na célula II que se percebe mais nitidamente o fluxo contínuo de produção. Este é favorecido pelo leiaute da

célula, que aproxima fisicamente cada etapa do processo e reduz o tempo de espera do material. Por outro lado, nas células I e III, o leiaute desfavorável dificulta que a produção ocorra num fluxo contínuo. Percorrendo as células I e III, percebem-se maiores quantidades de produtos intermediários aguardando processamento e fica difícil para alguém que não conhece o processo entender o fluxo percorrido pelo produto até chegar ao seu acabamento final. Entretanto, a avaliação deste princípio foi positiva nas células I e III também, o que levou à discussão junto aos operadores para tentar esclarecer esta questão. Os mesmos relatam que reconhecem o esforço feito pela empresa para melhorar o leiaute do seu processo ao longo dos anos, embora eles não tenham uma visão clara de como seria este leiaute ótimo, devido a quantidade de equipamentos e a diversidade de produtos fabricados. Neste caso, fica evidente que os operadores são conformados com a realidade do seu processo e se acostumaram a trabalhar desta forma. A falta de estímulo para que ocorram melhorias no processo que levariam à simplificação do fluxo de produção decorre da necessidade de altos investimentos e à incerteza por parte da empresa quanto ao retorno financeiro que seria obtido com a implementação de tal mudança.

O princípio “puxar a produção” também foi avaliado positivamente nas três células. As duas perguntas do questionário que avaliavam este princípio eram sobre se os operadores conheciam os objetivos de trabalhar com baixos estoques de produtos intermediários e sobre se produziram somente o que o processo seguinte estava consumindo. Todos os operadores entrevistados compreendem as questões que avaliam este princípio e afirmam que principalmente a redução de estoques intermediários é um ponto bastante perseguido no dia-a-dia. A equipe relaciona a redução de estoques intermediários com a organização do posto de trabalho (5S), redução da possibilidade de misturas de itens diferentes (impactos na qualidade) e manutenção de espaços livres para circulação de pessoas (impactos na segurança).

Existe um limite para a redução dos estoques intermediários devido à diferença de capacidade de produção horária entre a etapa inicial (máquinas de corte) e final (empacotamento) do processo. Para alguns produtos, as máquinas de corte demoram até alguns dias para produzir 1500 kg, que é a quantidade mínima de produto contido na embalagem final, enquanto que a etapa final do empacotamento processa esta quantidade em questão de horas. Daí a necessidade do estoque de material intermediário, que varia



conforme o mix de produtos que está sendo fabricado. Apesar da avaliação positiva deste princípio, pode-se considerar que a fábrica estudada nesta dissertação está muito aquém de uma que possui um sistema de produção enxuta consolidado. Os kanbans funcionam bem na transferência de matéria-prima oriunda do fornecedor interno. Mas, dentro da fábrica, não se pode dizer que exista produção puxada entre as etapas do processo. Desta forma, os operadores, por não conhecerem outro modelo de produção para comparação, consideram satisfatório o sistema produtivo com o qual sempre trabalharam.

O mesmo ocorre no princípio “produzir niveladamente, de acordo com a demanda do mercado”. Os operadores não comparam o seu processo atual com o de uma fábrica puramente “enxuta”, mas sim com a sua visão de ter um processo que atenda as necessidades dos clientes externos, que são a variedade e disponibilidade imediata de produtos. Este atendimento melhorou na visão dos operadores com as mudanças no processo impostas durante o projeto de implantação das práticas da produção enxuta. Foram introduzidos *setups* rápidos de bitolas que diversificaram mais a produção diária das máquinas aumentando a disponibilidade dos produtos no estoque. Antes deste trabalho, era comum a superprodução de determinados itens, enquanto outros faltavam. Foi através da utilização de *setups* rápidos para aumentar a disponibilidade diária de produtos que este princípio foi avaliado positivamente pelos operadores nas três células de produção. Todos têm a consciência do benefício desta prática para a empresa e para os clientes e demonstram que isto está incorporado por todos e não admitem a possibilidade de com o tempo esta prática ser abandonada e retomarem o hábito de superprodução de materiais como era feito no passado.

O princípio “usar somente tecnologia confiável e completamente testada” apresentou desvio padrão bem maior que os demais princípios nas avaliações dos questionários feitas nas células I e III, embora nas três células a avaliação tenha sido positiva. Esta divergência nos desvios padrões foi levada para discussão na reunião de retorno com os operadores. Na célula I existe uma insatisfação em relação às máquinas de empacotamento que, segundo os operadores que participaram da reunião, estão desatualizadas tecnologicamente em relação às empacotadoras das outras duas células. Isto gera uma série de pequenas interrupções da máquina ao longo do turno de trabalho, o que reduz a sua eficiência. Desta forma, o que explica o maior desvio padrão na célula I, foram as avaliações mais positivas do pessoal que

trabalha com as máquinas de corte e polimento e as avaliações mais negativas do pessoal que trabalha na etapa do empacotamento.

Em relação à avaliação deste princípio na célula III, a explicação ouvida para o maior desvio padrão foi semelhante. Os operadores da galvanização avaliaram mais negativamente o seu setor quanto ao uso de tecnologia confiável, enquanto o pessoal das máquinas de corte desta célula avaliou o princípio mais positivamente. Um dado relevante é que as máquinas de corte que a fábrica possui, são equipamentos mais robustos, projetados exatamente para a finalidade a que estão sendo utilizadas. Já quanto à galvanização e o empacotamento, não se pode dizer a mesma coisa. Os equipamentos deste processo sofreram adaptações do seu projeto original por parte do fabricante do equipamento, para serem utilizados nas linhas de produção da fábrica, por não haver um produto no mercado voltado para a linha de produtos da fábrica estudada.

A avaliação do princípio “controlar visualmente os processos para expor os problemas” também foi positiva e de intensidade semelhante nas três células. Da mesma forma que nos princípios anteriores, esta avaliação positiva não encontra respaldo completo na avaliação das práticas da produção enxuta e pode ser devida ao fato de que os operadores não estão familiarizados com outro ambiente produtivo que aplique plenamente o controle visual dos processos com base nos conceitos da produção enxuta. De fato, percorrendo a fábrica, não é comum a presença de *andons* ou outros dispositivos de acompanhamento do ritmo da produção. O que se vêem são placares com os principais itens de controle da fábrica, atualizados semanalmente, que mostram o desempenho de cada célula em termos de utilização dos equipamentos, sucata de material, número de reclamações de clientes, custo operacional e indicadores de segurança. O controle do ritmo de produção é feito através de planilhas eletrônicas, acessadas pelos operadores diariamente para conferir as ordens de produção programadas e verificar a ocorrência de atraso ou superprodução de algum produto. Com base neste acompanhamento semanal dos indicadores, os operadores avaliaram positivamente o controle visual dos processos para exposição dos problemas, por considerarem que isto já atende as suas necessidades de informações sobre o desempenho dos indicadores da área de produção.

O princípio da produção enxuta “padronizar as tarefas” teve uma avaliação mais elevada em relação aos demais princípios e baixo desvio padrão. No item sobre a avaliação das práticas da produção enxuta na fábrica estudada já foi comentado sobre o forte sistema de padronização que a empresa possui. Associado ao sistema de padronização existe um plano de auditorias periódicas destes padrões com a finalidade de observar o cumprimento dos mesmos por parte dos operadores e identificar as melhores práticas para que estes padrões estejam em constante aprimoramento. Foi comentado também que os padrões não detalham o passo a passo de cada tarefa, apenas especificam as características de qualidade dos produtos e quais parâmetros do processo devem ser controlados para que estas características sejam atendidas. Os operadores possuem os padrões para consulta nos postos de trabalho e todo o sistema de padronização é gerenciado pela área de tecnologia de gestão, que dá apoio a todas as áreas de produção da empresa. É de responsabilidade dos supervisores de produção garantir que os padrões estejam atualizados, os operadores treinados e que sejam feitas as auditorias e incorporações das melhores práticas nestes padrões.

Os resultados dos questionários para o princípio “criar dispositivos que separam o trabalhador da máquina” apresentaram uma avaliação superior nas células I e II, embora com o desvio padrão mais elevado do que na avaliação da célula III. A questão que avalia este princípio indaga se são colocados dispositivos nas máquinas para elas pararem se houver algum defeito que comprometa a qualidade do produto. Mais uma vez houve divergência na avaliação feita pelo pessoal que trabalha na etapa do corte e o pessoal que trabalha com a etapa do empacotamento. No empacotamento as máquinas são dotadas de uma série de dispositivos que ao detectar falhas na embalagem do produto, interrompem a produção automaticamente e iniciam um alarme sonoro. Um sistema de balanças também inspeciona 100% dos pacotes produzidos e refuga os que estiverem fora do peso padrão. Por outro lado, nas máquinas de corte, não são observados os mesmos dispositivos para interrupção da produção imediatamente após a ocorrência da falha. Existem alguns dispositivos de detecção de falhas nas máquinas de corte, mas que não contemplam a maioria das possibilidades de ocorrência destas falhas. A maior parte das falhas que ocorrem dependem da percepção do operador para que a produção seja interrompida e o problema resolvido. Segundo os operadores, a característica dos equipamentos dificulta a instalação

de dispositivos de detecção de falhas. Desta forma, os operadores fazem a inspeção do produto nas máquinas de corte com maior frequência a fim de minimizar as perdas por produtos não conformes em caso de ocorrência de falhas.

Independentemente do número de dispositivos de parada automática do equipamento, tanto no corte quanto no empacotamento os operadores são orientados pelos seus supervisores a vigiar a máquina enquanto ela produz, para ter o maior controle possível sobre o desempenho da máquina ao longo do seu turno de trabalho.

O princípio “parar a produção para resolver os problemas” teve uma das avaliações mais positivas dentre todos os princípios nas três células de produção. É natural, quando ocorrem problemas que não podem ser resolvidos imediatamente pelo operador, parar a produção, reunir a equipe para entender o problema ocorrido e buscar a solução. Não existe pressão para produzir sem que o equipamento ofereça condições de segurança para o operador e não garanta a qualidade do produto. Segurança e qualidade são valores muito fortes para a empresa e que dão autonomia para qualquer operador parar a produção quando este não vê condições de seguir em frente.

Da mesma forma, o princípio “eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo” foi bem avaliado nas três células de produção. Quando os operadores foram questionados a respeito do que eles entendiam por perdas, citaram principalmente os desperdícios de embalagens e perdas no processamento (rebarbas do processo de corte do prego), refugo de produção com defeito, excesso de movimentações e os retrabalhos. Não citaram as perdas por espera do produto, superprodução e movimentação de materiais. As perdas citadas pelos operadores são também itens de controle da fábrica, com metas de redução para os mesmos, definidos pela gerência da fábrica. O atingimento das metas de redução destas perdas está atrelado à remuneração variável que os operadores recebem no final de cada semestre. Desta forma, todos são mobilizados a encontrar formas de controlar e reduzir estas perdas continuamente.

O princípio “manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras” foi o que teve a pior avaliação dentre todos os princípios, nas três células. Foi o único que apresentou coeficiente de variação acima dos 50%, na célula I, embora nas células II e III o CV tenha ultrapassado os 45%. Na reunião de retorno com os operadores, houve consenso de que há

uma deficiência na fábrica quanto à manutenção preventiva de alguns equipamentos, principalmente na célula I onde as máquinas são mais antigas e quebram com mais frequência. Alguns equipamentos críticos, considerados gargalos na fábrica, possuem um plano especial de manutenção e por isso foram melhor avaliados pelos operadores neste princípio. Isso explica o alto CV das médias dos resultados da avaliação do questionário. Os operadores associam diretamente a deficiência na manutenção preventiva dos equipamentos aos eventuais atrasos na produção e a problemas com a qualidade dos produtos, que geram perdas. Segundo eles, a manutenção preventiva é postergada quando há necessidade de reduzir o custo operacional da fábrica em determinado mês. Ocorre que para cada mês existe uma meta de custo operacional a ser atingida e os custos de manutenção dos equipamentos representam uma fatia considerável do custo total da fábrica. Apesar de ter sido a pior avaliação dentre todos os princípios, a menor média, a da célula I, foi 7,8. Este valor é considerado neutro na escala de zero a 15 das respostas dos questionários. Analisando individualmente as respostas da questão que avaliou este princípio, percebem-se intensidades de resposta ao longo de toda a escala, onde a nota mínima foi 1,2 e a nota máxima 14,5, ambas na célula I. Assim fica evidente a grande divergência de percepção dos operadores quanto ao princípio “manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras”, motivada principalmente pelo estado de manutenção dos equipamentos em que os mesmos atuam.

#### 4.4.5.4 Constructo filosofia

O princípio da produção enxuta “criar valor para o cliente” foi colocado em pauta na discussão com os operadores por ter apresentado média inferior na avaliação dos questionários da célula II (média 12,0), além de um desvio padrão mais elevado em relação às outras duas células de produção. Ao final do debate, não ficou evidente nenhuma explicação para este resultado ter acontecido. Até por que, independente da família de produtos, ou do volume produzido, todos os produtos tem a mesma importância estratégica para a empresa.

Percebe-se que há uma forte orientação para o cliente final por parte dos operadores, onde os mesmos ressaltaram que este é um dos valores da empresa e é amplamente promovido e difundido na empresa como um todo. Alguns operadores, inclusive, afirmaram terem visitado alguns clientes para conhecer o seu processo produtivo e discutir questões a respeito da qualidade dos produtos.

O princípio “tomar decisões pensando em longo prazo” teve uma avaliação positiva e sem grandes divergências nas três células pesquisadas. Pelas observações feitas durante a avaliação das práticas da produção enxuta e nas entrevistas semi-estruturadas com os operadores, eles são envolvidos nas tomadas de decisões e no planejamento estratégico da empresa. No que se refere ao processo anual de planejamento estratégico, as diretrizes propostas pela alta direção da empresa são desdobradas em planos de ação elaborados nas áreas de produção. Neste processo participam os gerentes, supervisores e os operadores na definição das ações com um horizonte de até cinco anos. Esta participação dos operadores no processo de planejamento da empresa os faz sentir-se mais valorizados e confiantes de que suas reivindicações de melhoria das condições de trabalho serão atendidas. Da mesma forma, eles ficam a par das dificuldades, do custo e das conseqüências da implantação de determinadas ações. Assim, todos conhecem os motivos por qual determinado projeto foi cancelado, postergado ou modificado e isso, conseqüentemente, diminui a insatisfação na equipe.

#### 4.4.6 Discussão dos resultados

No item 4.4.5 foram comentados os resultados das avaliações dos princípios da produção enxuta, comparando os resultados nas três células da fábrica estudada. Apesar de o projeto de implantação das práticas da produção enxuta ter focado o trabalho na célula II, os resultados demonstram que há uma equalização na percepção dos operadores das três células, nos constructos solução de problemas, funcionários e fornecedores externos, processo e filosofia.

Entretanto, os indicadores da célula II são melhores que os das células I e III, como o custo operacional, atendimento às ordens de produção e perdas de materiais no processamento, por exemplo. É nesta célula que se percebe maior proximidade com as práticas da produção enxuta, como a produção em fluxo contínuo e a produção puxada entre processos, ainda que estejam distantes de uma condição considerada ideal no sistema enxuto.

De maneira geral, as avaliações dos princípios da produção enxuta foram positivas, o que inicialmente poderia levar à conclusão de que a fábrica estudada encontra-se num estágio avançado no uso destes princípios. Entretanto, isso nem sempre foi observado na prática, percorrendo o chão de fábrica e nas entrevistas com os operadores.

A Figura 21 sintetiza o resultado do uso dos princípios da PE na fábrica de pregos, a partir das análises das informações obtidas através das diferentes fontes de evidências utilizadas neste trabalho. A tabela classifica se houve aderência ou não entre a percepção dos operadores acerca do uso dos princípios da PE e as evidências obtidas na observação direta.

<b>Princípios da PE</b>	<b>Houve aderência entre as evidências obtidas pela percepção dos operadores e a observação direta?</b>
1. Produzir em fluxo contínuo	NÃO
2. Puxar a produção	NÃO
3. Criar valor para o cliente	SIM
4. Eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo	NÃO
5. Promover a melhoria contínua	SIM
6. Padronizar as tarefas	SIM
7. Controlar visualmente os processos para expor os problemas	NÃO
8. Obter comprometimento da liderança e da equipe	SIM
9. Criar dispositivos que separam o trabalhador da máquina	NÃO
10. Parar a produção para resolver os problemas	SIM
11. Ver por si mesmo os problemas aonde eles ocorrem	SIM
12. Desenvolver e capacitar as pessoas	SIM
13. Tomar decisões por consenso, considerando todas as opções e implementá-las com rapidez	SIM
14. Usar somente tecnologia confiável e completamente testada	SIM
15. Produzir niveladamente, de acordo com a demanda do mercado	NÃO
16. Tomar decisões pensando em longo prazo	SIM
17. Construir relações de parceria com a rede de fornecedores	NÃO
18. Manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras	SIM

Figura 21 – Uso dos princípios da PE na fábrica estudada (Fonte: o autor)

Enquanto princípios como “criar valor para o cliente”, “padronizar as tarefas” e “parar a produção para resolver os problemas” obtiveram respaldo na avaliação das práticas, não se pode dizer o mesmo de princípios como “produzir em fluxo contínuo”, “puxar a produção” e “eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo”, por exemplo. A respeito destes três últimos, embora tenham seus conceitos entendidos pelos operadores e terem sido bem avaliados nas respostas dos questionários, não se pode afirmar que os mesmos sejam aplicados na fábrica a um nível comparável a uma empresa que utiliza o sistema da PE.

A aderência entre a percepção dos operadores e as constatações via observação direta no processo de princípios como “criar valor para o cliente”, “padronizar as tarefas” e “parar a produção para resolver os problemas” pode ser explicada pelo fato destes princípios estarem relacionados com as práticas presentes no sistema de gestão da empresa. Desta forma, a presença destes princípios no dia-a-dia dos funcionários é constante e acabam sendo incorporados à cultura da organização. Por outro lado, princípios da PE como “puxar a produção”, por exemplo, que não faz parte do sistema de produção corporativo da empresa, mesmo com o esforço feito para implantação de práticas da PE, são difíceis de serem mantidos, pois não fazem parte da cultura da organização.

O fato de ter ocorrido fortes divergências entre a percepção dos operadores e a condição observada diretamente no processo, pode indicar que os operadores podem não ter compreendido bem algumas questões relacionadas aos princípios mais típicos da PE, como “produção puxada” e “produzir em fluxo contínuo”, por exemplo. Desta forma, a aplicação de um treinamento prévio à aplicação dos questionários nivelaria o conhecimento dos operadores e minimizaria a dificuldade na compreensão das questões.

Outros motivos para as divergências nos resultados das avaliações do uso de alguns princípios da PE podem ser os seguintes:

- a) Os operadores consideram que o seu método atual de trabalho é suficiente para que as metas de produção, segurança e qualidade sejam atingidas. Eles parecem assumir que, se o resultado dos principais indicadores está bom, isso significa que os seus métodos e práticas de trabalho podem ser considerados satisfatórios.



- b) Os operadores não têm uma referência ideal para comparar o sistema de produção em que trabalham com o de uma empresa que utilize o sistema de produção enxuta em um nível mais adiantado. Foi visto na estatística dos respondentes que os operadores, na sua maioria, possuem mais de dez anos de empresa e estão desta forma, acostumados com o sistema de trabalho que aprenderam. Eles têm dificuldade em, por exemplo, imaginar melhorias no seu processo produtivo, através de um sistema de produção puxada ou então imaginar um fluxo contínuo para a produção da fábrica.
- c) A posição oficial da direção da empresa é que ela não deseja tornar-se *lean* e, portanto, este tema não é discutido no dia-a-dia, nem incentivado pela liderança junto com os operadores. No fundo, o que os operadores aprenderam no treinamento no início do projeto de implantação das práticas da produção enxuta, tende a cair no esquecimento por falta de reciclagem nos conceitos que fazem parte deste sistema. Desta forma, o conhecimento que eles adquiriram acaba se confundindo com o sistema tradicional de trabalho da empresa.
- d) Também não pode ser desconsiderado o fato de a pesquisa ter sido realizada em um momento delicado para a empresa em função do cenário econômico que se criou a partir do quarto trimestre de 2008. No final de 2008 e início de 2009 houve drástica redução dos volumes de produção, além de demissões que ocorreram na unidade. Estes fatos podem ter de certa forma, inibido os respondentes a realizar maiores críticas ao processo de produção aonde trabalham.

## 5 Conclusões

Com o fim de atingir o objetivo principal deste trabalho, foram propostas diretrizes para avaliar o uso dos princípios da PE. Tais diretrizes foram adaptadas do trabalho de Saurin e Ferreira (2008) <sup>(2)</sup> e testadas em uma fábrica de pregos de uma planta siderúrgica.

As etapas das diretrizes adaptadas e aplicadas neste trabalho foram: (a) avaliação qualitativa do nível de implementação de práticas da PE no setor; (b) entrevistas com operadores; (c) elaboração de questionário para avaliar a percepção dos operadores acerca da intensidade do uso dos princípios da PE; (d) aplicação do questionário junto aos operadores; (e) análise dos dados coletados nas etapas anteriores em quatro constructos (solução de problemas, funcionários e fornecedores externos, processo e filosofia); (f) reunião de retorno dos resultados dos questionários aos operadores.

Como primeira etapa do trabalho, foi escolhido o setor na empresa aonde seriam testadas as diretrizes propostas para avaliar o uso dos princípios da PE. Foi escolhida a fábrica de pregos, pois a mesma, desde 2004 vem aplicando algumas práticas da PE no seu processo produtivo.

Na etapa seguinte foi avaliado o nível de implementação das práticas da PE no setor escolhido. Para este fim, foi utilizada uma lista de verificação desenvolvida por Saurin e Ferreira (2008) <sup>(2)</sup>, com onze práticas da PE, subdivididas em 92 itens. Esta lista foi preenchida pelo pesquisador com base em observação direta no chão de fábrica, análise de documentos e entrevistas informais com operadores e supervisores. Esta etapa possibilitou estabelecer um panorama geral acerca da presença das práticas da PE na fábrica de pregos.

Ao final desta etapa, verificou-se que práticas da PE como operações padronizadas, flexibilização da mão-de-obra, controle de qualidade zero defeitos e melhoria contínua tiveram maior aderência entre o que foi verificado no chão de fábrica e o que diz a literatura. Ocorre que estas práticas já faziam parte do sistema de produção da empresa antes dela adotar conceitos da PE na fábrica de pregos, embora não fossem interpretadas como sendo práticas enxutas. Por exemplo, a empresa possui um sistema de padronização e

controle de qualidade, ambos de responsabilidade do departamento de qualidade, que seguem diretrizes corporativas e que fazem parte da rotina da empresa a pelo menos uma década. Isso certamente contribuiu para a avaliação positiva das práticas “operações padronizadas” e “controle de qualidade zero defeitos”. A melhoria contínua também integra o sistema corporativo de gestão da empresa sendo estimulada através de programas de sugestões, círculos de controle de qualidade, entre outros, o que justifica a aderência desta prática com o que foi observado durante a pesquisa. Da mesma forma, a flexibilização da mão-de-obra vem sendo estimulada há alguns anos, não relacionada explicitamente como uma prática da PE, mas como uma política de capacitação, desenvolvimento e promoção dos operadores, estruturada pela empresa.

Quanto à “produção puxada”, “manutenção produtiva total” e “gerenciamento visual”, foram encontradas poucas evidências da utilização destas práticas na fábrica estudada. No que diz respeito à manutenção produtiva total, conclui-se que há uma deficiência específica em relação a esta prática no setor estudado, o que resulta em quebras frequentes dos equipamentos e gera descontentamento dos operadores. Já as práticas “produção puxada” e “gerenciamento visual”, por não estarem explícitas no sistema de produção corporativo da empresa, não são estimuladas da mesma forma que o controle de qualidade e a melhoria contínua, por exemplo. Na verdade, percebe-se que o grupo do qual a empresa estudada faz parte não demonstra o interesse explícito de adotar a PE como seu sistema de produção. Assim, as iniciativas isoladas de implantação de práticas da PE em determinados setores são inibidas pelos fatores relatados na revisão da literatura, como a falta de apoio da liderança, falta de conhecimento dos conceitos da PE e a falta de estímulo ao desenvolvimento de uma cultura enxuta na empresa.

Um ponto positivo desta etapa de avaliação das práticas enxutas foi a utilização de diferentes fontes de dados, como o depoimento de operadores e supervisores de produção, consulta de documento e padrões da fábrica, assim como a observação direta do processo. De fato isso foi uma vantagem em comparação aos métodos comumente utilizados em estudos que avaliam o nível de implantação da PE baseados em *surveys*, onde não há o contato direto do pesquisador com os envolvidos.

O uso de múltiplas fontes de evidências se mostrou particularmente importante na avaliação de práticas da PE como a produção puxada, por exemplo. Se fosse considerada somente a percepção dos operadores, apresentada nas entrevistas e questionários, concluir-se-ia que esta prática estaria implantada com um bom nível de maturidade na fábrica estudada. Entretanto, quando esta percepção foi confrontada com evidências levantadas na observação direta do processo, como ordens de produção entrando no início e final do processo (corte e empacotamento), a conclusão foi que esta prática não está implantada em um nível consistente.

A análise do nível de implementação das práticas poderia ter sido aprofundada por meio da análise de indicadores de desempenho da fábrica, como, por exemplo, o custo de produção ou índice de interrupção de máquinas. No entanto, para isto seria necessário analisar detalhadamente cada indicador escolhido e buscar comparativos de desempenho antes e depois da implantação das práticas enxutas na fábrica, demandando um tempo que não foi possível dispor nesta dissertação.

Em seguida, foi realizada a etapa de entrevistas com treze operadores (25% do total da fábrica), com base em roteiro de perguntas que abordava aspectos da PE. A partir das entrevistas pode-se aprofundar na percepção dos operadores no que diz respeito ao uso dos princípios da PE na fábrica estudada, além de terem contribuído para melhorar o conteúdo de um questionário que foi aplicado aos operadores. Este questionário continha trinta perguntas relacionadas aos dezoito princípios da PE identificados na revisão da literatura. Um avanço no método utilizado neste trabalho seria incluir, tanto na etapa de entrevistas quanto na aplicação dos questionários, outros níveis hierárquicos, como supervisores de produção e equipe de manutenção. Isto proporcionaria uma visão mais abrangente do uso dos princípios da PE na fábrica.

Outra limitação do método de pesquisa utilizado neste trabalho foi que as questões presentes no questionário podem ter tido interpretações muito diferentes por parte dos operadores. Idealmente o questionário deveria ter sido lido para os operadores reunidos em sala, para tirar quaisquer dúvidas a respeito do entendimento de alguma questão. Entretanto, este detalhe importante não foi planejado na pesquisa e os questionários

acabaram sendo entregues aos operadores, apenas com as instruções gerais de preenchimento.

Além disso, há a necessidade de maior aprofundamento na diferenciação conceitual entre práticas e princípios da PE. Nesta dissertação os princípios foram definidos como os aspectos subjetivos que formam os alicerces do sistema de PE e as práticas como os meios de viabilizar a implantação dos princípios. Entretanto, operacionalmente, mostrou-se difícil fazer uma distinção rígida entre avaliação das práticas e princípios da PE, quando as diretrizes passaram a ser testadas no estudo de caso. De fato, as práticas da lista de verificação de Saurin e Ferreira (2008) <sup>(2)</sup> como produção puxada, integração da cadeia de fornecedores, operações padronizadas, nivelamento da produção, manutenção produtiva total, gerenciamento visual e melhoria contínua também fazem parte da lista de princípios da PE definidas como referência nesta dissertação. Ao todo, sete das onze práticas da PE listadas por Saurin e Ferreira (2008) <sup>(2)</sup> aparecem, não necessariamente com a mesma caracterização, entre os princípios da PE adotados nessa dissertação a partir de revisão da literatura. Isso abre a oportunidade de ampliar o debate acerca desta diferenciação conceitual entre práticas e princípios da PE, a fim de aprimorar o método proposto em futuros trabalhos.

Após análise estatística do resultado dos questionários foi realizada uma reunião de retorno aos operadores. Este retorno foi importante porque possibilitou tirar dúvidas a respeito dos resultados que demonstraram divergências de opiniões entre os operadores (maior coeficiente de variação e desvio padrão) e divergência também entre a percepção dos operadores e a condição observada no chão de fábrica. Um exemplo disso foi a tentativa de explicar o fato de a produção puxada ter sido reconhecida pelos operadores como um princípio da PE de uso consistente na fábrica, embora isso não tenha sido observado na prática. Neste caso, uma possível explicação é que os operadores não conheciam um fluxo de produção idealmente funcionando sob produção puxada para fins de comparação e, desta forma, consideravam satisfatório o sistema produtivo com o qual sempre trabalharam.

Os resultados da avaliação dos princípios da PE foram agrupados em quatro constructos: solução de problemas, funcionários e fornecedores externos, processo e filosofia. O constructo “filosofia” recebeu a maior avaliação (12,7), seguido dos constructos “processo”

(11,7), “solução de problemas” (11,5) e “funcionários e fornecedores externos” (11,3), dentro da escala de notas de 0 a 15. Entretanto, dentro de cada constructo, os resultados apresentaram grandes variações, como por exemplo, no constructo “processo”, que recebeu a maior nota (13,6) geral no princípio “parar a produção para resolver os problemas” e também a menor nota (8,8) no princípio “manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras”, dentre todos os princípios da PE avaliados. Desta forma, além dos resultados agrupados em constructos, devem ser analisados os resultados individuais de cada princípio da PE, para que estas variações de percepções dos operadores sobre cada princípio sejam percebidas.

No estudo de caso, a avaliação do uso dos princípios da PE na fábrica de pregos mostrou aderência entre o que foi observado diretamente no chão de fábrica e a opinião dos operadores retratada nas entrevistas e questionários em onze princípios dos dezoito avaliados. Os princípios que não apresentaram a mesma aderência na avaliação do seu uso foram: produzir em fluxo contínuo, puxar a produção, eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo, controlar visualmente os processos, criar dispositivos que separem o trabalhador da máquina, produzir niveladamente e construir relações de parcerias com fornecedores externos. Entre as causas para a não aderência na avaliação destes princípios pode ser a falta de uma referência, para os operadores, de um sistema de produção que utilize consistentemente estes princípios da PE, além da própria falta de conhecimento a respeito dos conceitos relacionados a estes princípios da PE.

Os princípios “criar valor para o cliente” (média 13,0), “padronizar as tarefas” (média 13,2) e “parar a produção para resolver os problemas” (média 13,6), tiveram as maiores médias na avaliação dos questionários, demonstrando que os operadores percebem que os mesmos são usados com maior intensidade. Já o princípio “manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras” (média 8,8), por sua vez, teve a menor média no resultado dos questionários.

Entretanto, os princípios “produzir em fluxo contínuo” (média 11,1), “puxar a produção” (média 11,3) e “eliminar as perdas ao longo da cadeia de processo” (média 12,6), apesar da avaliação positiva quanto ao uso destes princípios na visão dos operadores, o mesmo não pode ser verificado na observação direta do processo no chão de fábrica.

Quando ao método proposto por Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup>, todas as diretrizes propostas pelos autores puderam ser utilizadas no presente trabalho, fazendo-se as devidas adaptações ao objetivo desta pesquisa e ao novo contexto organizacional. Podem-se destacar as seguintes adaptações feitas neste trabalho:

- a) Adaptação do objetivo principal da aplicação das diretrizes, de avaliar o uso dos princípios da PE ao invés de avaliar os impactos da PE sobre as condições de trabalho;
- b) As entrevistas tiveram a participação somente dos operadores. A contribuição dos supervisores de produção não foi obtida com base em entrevistas semi-estruturadas. O gerente da área e o técnico de segurança não participaram da pesquisa, ao contrário do que foi feito no trabalho de Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup>;
- c) Foi aplicado somente um tipo de questionário aos operadores para avaliar o uso dos princípios da PE, ao invés dos dois tipos de questionários utilizados por Saurin e Ferreira (2008)<sup>(2)</sup>, um para avaliar as condições atuais de trabalho e outro para avaliar as diferenças após a implantação do sistema enxuto. No caso da presente dissertação, isto equivaleria a aplicar um questionário para avaliar o uso dos princípios atualmente e outro questionário para avaliar o quanto o uso dos princípios mudou em comparação à situação anterior.

## 5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestões para trabalhos futuros, que possam aperfeiçoar o método de pesquisa proposto neste trabalho, seguem:

- a) Revisão dos princípios considerados neste trabalho a partir da ampliação da revisão bibliográfica;
- b) Aprofundamento na diferenciação conceitual entre as práticas e princípios da PE e estabelecimento de uma matriz de relações, deixando claro quais práticas que viabilizam quais princípios da PE;

- c) Inclusão de análise de indicadores para avaliar a evolução do desempenho da empresa a partir da incorporação dos princípios da PE nos seus processos;
- d) Participação de diferentes níveis hierárquicos da empresa na pesquisa, tanto na etapa de entrevistas, quanto na aplicação dos questionários. Para avaliar os princípios da PE, principalmente, supervisores de produção e gerentes poderiam ter uma visão melhor do que os operadores.



## REFERÊNCIAS

- AHLSTROM, P.; KARLSSON, C. Sequences of manufacturing improvement initiatives: the case of delaying. **International Journal of Operations & Production Management**. V. 20, n. 3, p. 1259 – 1277, 2000.
- ANCHANGA, P.; SHEHAB, E.; ROY, R.; NELDER, G. Critical success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**. V. 17, n. 4, p. 460 – 471, 2006.
- BAGGALEY, B. Using strategic performance measurements to accelerate lean performance. **Cost Management**. P. 36 – 44. January/February, 2006.
- BATTAGLIA, F.; PICCHI, F.; FERRO, J. R. **Desenvolvimento lean de produtos**. Artigo disponível em: <http://www.lean.org.br/>. Acessado em 28/04/2008.
- BROWNING, T. R.; HEATH, R. D. Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program. **Journal of Operations Management**. N. 27, p. 23 – 44, 2009.
- BUZBY, C. M.; GERSTENFELD, A.; VOSS, L. E.; ZENG, A. Z. Using lean principles to streamline the quotation process: a case study. **Industrial Management & Data Systems**. V. 102, n. 9, p. 513 – 520, 2002.
- COLEMAN, B. J.; VAGHEFI, M. R. Heijunka: The Key to the Toyota Production System. **Production and Inventory Management Journal**. v. 35, n. 4, p. 31-36, 1994.
- CONCEIÇÃO, S. V. Otimização do fluxo de materiais através da manufatura celular. **Revista Produção**. V. 15, n. 2, p. 235 – 250, 2005.
- CONVIS, G. **O papel da gerência em um ambiente de manufatura lean**. Artigo disponível em: [http://www.lean.org.br/bases.php?interno=comunidade\\_artigos](http://www.lean.org.br/bases.php?interno=comunidade_artigos). Acesso em 28 de abril, 2008.
- COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.
- DENNIS, P. **Fazendo acontecer a coisa certa**. Publicado por Lean Institute Brasil. São Paulo, 2007.

FERREIRA, C. F. **Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho.** Dissertação de Mestrado Acadêmico. PPGEP/UFRGS. Porto Alegre, 2006.

FULLERTON, R. R.; MCWATTERS, C. S. The production performance benefits from JIT implementation. . **Journal of Operations Management.** N. 19, p. 81 – 96, 2001.

GAUTAM, N.; SINGH, N. Lean product development: Maximizing the customer perceived value through design change (redesign). **International Journal of Production Economics.** N. 114, p. 313 – 332, 2008.

GHINATO, P. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações,** Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000.

GHINATO, P. **Autonomia e multifuncionalidade no trabalho: elementos fundamentais na busca da competitividade.** Série Monográfica Ergonomia: Ergonomia de Processo, Cap. 4.1, Vol. 2, 2ª Edição, PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª Edição. São Paulo. Editora Atlas, 2008.

GUIMARÃES, L. B. de M. Análise macroergonômica do trabalho AMT: modelo de avaliação e implementação de um programa de ergonomia na empresa. Material submetido à revista **Produto e Produção,** 2003.

GURUMURTHY, A.; KODALI, R. Application of benchmarking for assessing the lean manufacturing implementation. **Benchmarking: An International Journal.** V. 16, n. 2, p. 274 – 308, 2009.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management.** N. 25, p. 420 – 437, 2007.

JUNQUEIRA, R. P.; SANTA-EULALIA, L. A.; OLIVEIRA, R. M. **Estudo comparativo sobre as experiências de implantação da manufatura enxuta em três empresas do setor metal-mecânico brasileiro.** XI SIMPEP. Bauru, novembro, 2004.

KARLSSON, C.; AHLSTROM, P. Assessing changes towards lean production. **International Journal of Operations & Production Management.** V. 16, n. 2, p. 24 – 41, 1996.

LEAN ENTERPRISE MODEL – LEM (1998). LAI, Lean Advancement Initiative. Disponível em <http://lean.mit.edu/>. Acessado em 20/06/2009.

LETTICE, F.; WYATT, C.; EVANS, S. Buyer-supplier partnerships during product design and development in the global automotive sector: Who invests, in what and when? **International Journal of Production Economics**. Artigo em impressão, 2009.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota – 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MANN, D. **Creating a lean culture – tools to sustain lean conversions**. New York. Productivity Press, 2005.

MARODIN, G.; FETTERMANN, D. de C.; da SILVA, M. P.; SAURIN, T. **Proposta de um método de análise da aderência de arranjos físicos aos princípios da manufatura celular**. XIII SIMPEP. Bauru, SP. Novembro, 2006.

MCLACHLIN, R. Management initiatives and just-in-time manufacturing. **Journal of Operations Management**. N. 15, p. 271 – 292, 1997.

MEHTA, V.; SHAH, H. Characteristics of a work organization from a lean perspective. **Engineering Management Journal**. V. 17, n. 2, p. 14 -20, 2005.

MELLO, L. C. B. de B.; LEUSIN, S.; BANDEIRA, R. A. de M. **Estudo de caso de um programa de melhoria do processo em uma empresa industrial de grande porte: principais conclusões e sugestões para aprimoramento**. XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção. Porto Alegre, Outubro/Novembro, 2005.

MILTENBURG, J. U-shaped production lines: A review of theory and practice. **International Journal of Production Economics**. N. 70, p. 201 - 214, 2001.

MOAYED, F. A.; SHELL, R. L. Comparison and evaluation of maintenance operations in lean versus non-lean production systems. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. V. 5, n. 3, p. 285 – 296, 2009.

NOGUEIRA, M. da GRAÇA. S.; SAURIN, T. A. Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico. **Revista Produção Online**. V. 8, n. 2, 2008.

PENHA, N. L. J.; OLIVEIRA, S. C.; PEREIRA, D. F. **Análise de correlação entre comportamentos de matrizes pesadas e variáveis ambientais**. BIOENG, v. 1, n. 3, p. 209 – 217, 2007.

PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM Journal**. V. 21, n. 2, p. 127 – 142, 2009.

RÉ, C. A. T.; LIMBERGER, S. J.; VIANNA, W. B.; CUNHA, C. J. C. de A. **O impacto da cultura organizacional no processo de gestão do conhecimento**. XXVII Encontro Nac. de Eng. de Produção. Foz do Iguaçu, outubro, 2007.

<sup>(1)</sup> SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Revista Gestão & Produção**. V. 15, n. 3, 2008.

<sup>(2)</sup> SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho. **Revista Produção**. V. 8, n. 3, p. 508 – 522, 2008.

SCHEIN, E. H. **Organizational culture and leadership**. 2ª Edição. São Francisco: Jossey-Bass, 1992.

SELDIN, R.; RAINHO, M. A. F.; CAULLIRAUX, H. M. **O papel da cultura organizacional na implantação de sistemas integrados de gestão – uma abordagem sobre resistência à mudanças**. XXIII ENEGEP. Ouro Preto, outubro, 2003.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**. N. 25, p. 785 – 805, 2007.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**. N. 21, p. 129 – 149, 2003.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2ª edição. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SHINGO PRIZE. **Recognizing business excellence in the United States, Canada and México: application guidelines**, 1998. Disponível em <http://shingoprize.org/>. Acessado em 20/06/2009.

SLACK, N. **Administração da produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SMALLEY, A. **Estabilidade é a base para o sucesso da produção lean**. Disponível em <http://www.lean.org.br/>. Publicado em 21 de Setembro de 2005. Acessado em 13/04/2008.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS (SAE J4000). **Identification and measurement of best practice and implementation of lean operation**. 1999.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS (SAE J4001). **Implementation of lean operation user manual**. 1999.

SORIANO-MEIER, H.; FORRESTER, P. L. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. **Integrated Manufacturing Systems**. V. 13, n. 2, p. 104 – 109, 2002.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**. September/October, 1999.

Toyota Motor Corporation - TMC. **The Toyota Production System**. International Public Affairs Division. 2<sup>nd</sup> Edition. October, 1995.

TREVILLE, S.; ANTONAKIS, J. Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational and levels-of-analysis issues. **Journal of Operations Management**. N. 24, p. 99 – 123, 2006.

WOMACK, J. **Das ferramentas enxutas (lean tools) ao gerenciamento enxuto (lean management): a situação da mentalidade lean em 2007**. Disponível em <http://www.lean.org.br/>. Acessado em 28/04/2008.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 8ª edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

WOMACK, J.; JONES, D. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. Simon and Schuster: New York, 1998.

WORLEY, J. M.; DOOLEN, T. L. The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. **Management Decision**. V. 44, n. 2, p. 228 – 245, 2006.

## APÊNDICE A – Roteiro para avaliação das práticas da produção enxuta

### 1 Produção puxada

- 1.1 Somente uma operação recebe a ordem de produção emitida pelo setor de PCP.
- 1.2 Todas as ordens de produção correspondem a pedidos firmes de clientes.
- 1.3 É adotada uma fórmula para dimensionar supermercados (ou estoques tipo FIFO) de produtos acabados e semi-processados, a qual considere no mínimo os parâmetros demanda média diária, variação da demanda, coeficiente de segurança e *lead time* de reposição.
- 1.4 A entrega de produtos acabados aos clientes finais é realizada dentro do prazo prometido.
- 1.5 Existe baixa variabilidade nos *lead times* de produção, garantindo maior confiabilidade acerca da capacidade de produção e prazos de entrega (*lead time* ou tempo de atravessamento é o tempo decorrido desde o pedido efetuado pelo cliente até a entrega do produto).
- 1.6 Há dispositivos para puxar a produção entre células, linhas ou ambientes *job-shop* tais como cartões *kanban* ou FIFO.
- 1.7 Há dispositivos visuais que permitem identificar as prioridades de produção.
- 1.8 Havendo uso de cartões *kanban*, eles contêm identificação do item, quantidade e endereço de armazenamento.
- 1.9 Havendo uso de cartões *kanban*, o processo subsequente retira do processo precedente os itens de sua necessidade apenas nas quantidades e no tempo necessário.
- 1.10 Os processos só produzem o que é indicado no *kanban* de produção ou até o preenchimento do espaço FIFO subsequente.
- 1.11 Os itens defeituosos não seguem para o processo seguinte.
- 1.12 O número de *kanbans* é periodicamente reduzido. Estime a periodicidade de redução do número de *kanbans*: \_\_\_\_\_ Quando foi a última redução?
- 1.13 Há fluxo contínuo e unitário entre processos consecutivos.
- 1.14 O *takt time* é conhecido (*takt time* é o tempo total disponível por dia dividido pela demanda diária).
- 1.15 Os tempos de ciclo são conhecidos e padronizados.
- 1.16 Os *lead times* de produção de cada produto são conhecidos.
- 1.17 Os tempos de ciclo equivalentes (média ponderada dos tempos de ciclo de todos os produtos) em cada posto de trabalho são menores que o *takt time*.
- 1.18 Há dedicação dos recursos (equipamentos ou pessoas) para a fabricação de famílias de produtos que possuem processos semelhantes.

1.19 O arranjo físico dos postos de trabalho favorece a produção e transporte de pequenos lotes.

## **2 Integração da cadeia de fornecedores**

2.1 Os fornecedores fazem entregas em pequenos lotes e com grande frequência. Estime a periodicidade de entrega de alguns fornecedores chave:\_\_\_\_\_.

2.2 As entregas dos fornecedores são puxadas ao invés de empurradas.

2.3 Os dispositivos para puxar as entregas dos fornecedores externos contêm informação sobre o que é pedido, em que momento deve chegar (dia e hora), em que quantidade e onde armazenar.

2.4 Os fornecedores chave adotam técnicas que asseguram a qualidade de seus produtos, dispensando inspeções de qualidade no momento do recebimento.

## **3 Operações padronizadas**

3.1 Existem rotinas-padrão para todas as operações (rotinas-padrão são documentos que descrevem o conteúdo, tempos, movimentos e resultados de cada operação).

3.2 Existem folhas de operação-padrão (folhas de operação-padrão são documentos que apresentam a quantidade máxima permitida de material em processamento, pontos de inspeção de qualidade, *takt time*, tempo de ciclo e *layout* da célula ou linha).

3.3 As folhas de operação-padrão e rotinas-padrão são periodicamente revisadas e comunicadas aos usuários? Estimar a periodicidade:\_\_\_\_\_.

3.4 Os funcionários participam ativamente da elaboração dos padrões, de forma que sejam incorporados a eles suas experiências.

3.5 Os padrões estão em locais de fácil acesso a todos, permitindo sua consulta de forma rápida e clara.

## **4 Nivelamento da produção**

4.1 Considerando um horizonte de uma semana, existe uma programação nivelada de produção pelo seqüenciamento de ordens de produção em um padrão repetitivo de mix e volume.

4.2 Considerando um horizonte de 7 a 30 dias, existe uma programação nivelada de produção (seqüenciamento de ordens de produção em um padrão repetitivo de mix e volume).

4.3 Considerando um horizonte de 30 a 90 dias, existe uma programação nivelada de produção (seqüenciamento de ordens de produção em um padrão repetitivo de mix e



volume).

4.4 Inexistem variações grandes e rápidas (por exemplo, por meio da introdução de pedidos emergenciais) no mix de modelos e volumes de produção.

## **5 Balanceamento da produção**

5.1 Os tempos de ciclo dos diversos postos são balanceados.

5.2 Os tempos de ciclo das linhas ou células são balanceados.

## **6 Flexibilização da mão-de-obra**

6.1 Existe proximidade física entre a execução das operações, permitindo que os operadores estejam próximos o bastante para transferir materiais facilmente e possam realizar operações multifuncionais.

6.2 Os operadores têm oportunidade de exercitar suas habilidades multifuncionais. Estime a periodicidade em que ocorre rotação entre postos de trabalho: \_\_\_\_\_.

6.3 O índice de multifuncionalidade (IM) está entre: 0 e 25% (fraco); 26,1 e 50%(moderado); 50,1 e 75% (forte); 75,1 e 100% (muito forte).

## **7 Controle da qualidade zero defeitos (CQZD)**

7.1 Os processos estão sob controle, apresentando baixa variabilidade e esta é reduzida continuamente.

7.2 É reduzido o tempo decorrido entre a detecção de uma anormalidade e a aplicação da ação corretiva.

7.3 Há identificação e combate às causas raízes de defeitos (causas raízes são os problemas que deram início ao encadeamento de acontecimentos que gerou o defeito).

7.4 Há baixo índice de retrabalho.

7.5 Existem especificações documentadas a respeito das características de qualidade dos produtos.

7.6 Existem auditorias de qualidade.

7.7 É usada preferencialmente inspeção na fonte (identificar e manter sob controle os erros geradores dos defeitos) ao invés de inspeção informativa (ocorre o defeito e todas as informações a seu respeito são transmitidas ao responsável para que medidas sejam adotadas).

7.8 Existem indicadores de processo e resultados relativos à qualidade. Citar os

principais:\_\_\_\_\_.

7.9 São freqüentes as combinações de *poka-yoke*+ inspeção na fonte + ação imediata.

7.10 Há inspeção de qualidade em 100% dos itens.

7.11 As máquinas são dotadas de dispositivos que detectam anormalidades, tais como peças defeituosas ou quebras.

7.12 As máquinas param automaticamente quando alguma anormalidade é detectada.

7.13 Os funcionários têm autonomia de paralisar a linha, parcial ou totalmente, bem como solicitar ajuda quando alguma anormalidade é detectada.

7.14 Há painéis sinalizadores para indicar os postos paralisados ou que necessitam de auxílio.

## **8 Manutenção produtiva total (MTP)**

8.1 Há preferência pela manutenção preventiva, ao invés de manutenção corretiva.

8.2 Existe manutenção autônoma, ou seja, os operadores são capacitados a executar a manutenção preventiva básica de suas máquinas (inspeção diária, lubrificações e limpezas).

8.3 Os funcionários são treinados para detectarem anormalidades nas máquinas e equipamentos que usam em seu trabalho.

8.4 O indicador OEE (*operational equipment effectiveness*) é coletado diariamente em máquinas priorizadas segundo critérios objetivos (por exemplo, baixa capacidade de produção, ausência de redundância ou riscos de acidentes).

8.5 As causas de ineficiências das máquinas priorizadas para coleta do OEE são registradas, priorizadas e ações corretivas são adotadas.

8.6 Existem listas de verificações para orientar as atividades de manutenção.

8.7 Existe planejamento acerca de qual o melhor método de manutenção de cada máquina, com base em seus modos de falha previstos.

## **9 Troca rápida de ferramentas (TRF)**

9.1 Os tempos de *setup* são nulos ou são restritos somente a tempos de *setup* externo.

9.2 Existem padrões escritos que identificam e separam claramente atividades de *setup* interno e externo.

9.3 Quando os equipamentos estão parados, os operadores nunca os deixam para executar qualquer parte da troca externa de ferramenta

9.4 Na preparação externa, as ferramentas, dispositivos de fixação e os materiais são

posicionados próximos à máquina.

9.5 Na preparação interna, somente a remoção e a colocação de ferramentas são feitas.

9.6 São estudadas, freqüentemente, medidas para eliminação de ajustes desnecessários (por exemplo, evitar o uso de parafusos e porcas de tamanhos diferentes, redução do número de roscas, redução do número de orifícios).

9.7 Existe espaço suficiente ao redor das máquinas para facilitar a movimentação dos operadores durante os *setups*.

9.8 Inexiste a necessidade de levantar peças pesadas manualmente durante as trocas.

9.9 Existem procedimentos para priorização de máquinas nas quais serão concentrados os esforços de TRF.

## **10 Gerenciamento visual**

10.1 O fluxo dos processos é visível e compreensível do início ao fim.

10.2 O uso de dispositivos visuais (por exemplo, placas, alarmes, faixas no piso e dispositivos à prova de erros) é disseminado para o compartilhamento de informações.

10.3 Inexistem obstáculos visuais (por exemplo, paredes, prateleiras, pouca iluminação, *layouts* confusos) que dificultem o compartilhamento de informações entre processos.

10.4 Os indicadores de processo (principalmente) e resultado são amplamente divulgados aos operadores.

10.5 As informações compartilhadas por meio de gerenciamento visual são necessárias aos operadores para realização de suas tarefas.

10.6 As informações compartilhadas por meio de gerenciamento visual são facilmente acessíveis aos operadores.

10.7 São freqüentes as ações de gerenciamento visual que fornecem *feedback* em tempo real aos operadores.

10.8 Existe aplicação de programas 5S ou similar.

## **11 Melhoria contínua**

11.1 Existem atividades em pequenos grupos (APG). Quais os principais assuntos tratados nas APG? \_\_\_\_\_.

11.2 Periodicamente, ocorrem *kaizens workshops* (eventos caracterizados por trabalho intensivo, *brainstorming* e envolvimento de equipes, geralmente de 4 a 5 dias de duração, nos quais os membros tentam alcançar o máximo de melhoria de uma atividade ou processo).

11.3 As melhorias realizadas são sempre padronizadas.

11.4 Os grupos de melhoria contínua utilizam ferramentas estruturadas para análise e solução de problemas, tais como 5W2H, diagrama espinha de peixe ou *brainstorming*.

11.5 As metas da empresa são desdobradas de forma clara e objetiva, a fim de que as ações de melhoria contínua contribuam para que elas sejam atingidas.

11.6 As metas da empresa estão claramente definidas e são comunicadas a todos na organização.

11.7 Todos os membros da organização são treinados para terem conhecimento da filosofia, princípios e práticas básicas da produção enxuta.

11.8 Os operadores recebem algum tipo de recompensa, financeira ou não, pela participação em atividades de melhoria contínua.

11.9 A alta gerência está envolvida diretamente com os programas de melhoria.

APÊNDICE B – Roteiro de perguntas para condução das entrevistas estruturadas com os operadores.

1. Participou do projeto de implantação das práticas da produção enxuta na fábrica?
2. Houve treinamento? Que tipo de treinamento? Quanto tempo? Quem deu?
3. Qual foi o grau de participação dos operadores na implantação das práticas da produção enxuta?
4. Os operadores têm oportunidades de sugerir melhorias na forma como o trabalho é realizado?
5. Como é a participação dos operadores na tomada de decisões da empresa?
6. Como é o sistema de capacitação dos operadores para o trabalho?
7. Os operadores são multifuncionais?
8. Qual é a satisfação dos operadores quanto à segurança e ergonomia no trabalho?
9. Quais são os principais indicadores da área?
10. Os operadores acompanham ao longo do dia o ritmo de produção e ao longo do mês o desempenho dos indicadores?
11. A produção segue um fluxo contínuo? Consideram o leiaute da fábrica adequado?
12. Existem estoques intermediários entre os processos?
13. Há falta matéria-prima para o processo seguinte? Ocorre superprodução de material?
14. Como é o ritmo de trabalho? Existe ociosidade na qual o operador espera pela máquina ou por material?
15. Algumas movimentações de materiais entre processos poderiam ser reduzidas ou eliminadas?
16. Os padrões de trabalho são adequados e confiáveis para a produção com qualidade? Todos cumprem exatamente os padrões?
17. Como os problemas no processo são tratados? Existem muitos problemas repetitivos no processo?
18. Como é feito o controle de qualidade? A máquina pára quando o produto começa a apresentar defeitos?
19. É utilizada a troca rápida de ferramentas na área?

20. Como é a manutenção dos equipamentos? Ocorrem interrupções no processo por quebras de equipamentos?
21. O que poderia ser melhorado em termos de condições de trabalho?



**As perguntas a seguir são para avaliar sua percepção em relação às mudanças que ocorreram na fábrica após a implantação de algumas práticas da produção enxuta que ocorreram a partir de 2004.**

*Marque na escala sua opinião quanto às seguintes questões:*

1. O quanto você compreende o funcionamento das práticas da produção enxuta introduzidas na fábrica (exemplo: TRF, supermercado de arame, nivelamento da produção, etc.)?

nada	muito
------	-------

2. Quando as práticas da produção enxuta foram implantadas na fábrica, o quanto você foi convidado a participar?

nada	muito
------	-------

3. Sei quais são os objetivos da empresa com a implantação destas novas ferramentas na produção.

discordo totalmente	concordo totalmente
---------------------	---------------------

4. Acredito que as práticas da produção enxuta contribuem para a melhoria do processo e o atingimento das metas.

discordo totalmente	concordo totalmente
---------------------	---------------------

5. As condições de trabalho melhoraram após a implantação das práticas da produção enxuta.

discordo totalmente	concordo totalmente
---------------------	---------------------

6. Produzir com qualidade para atender bem o cliente é um objetivo seguido por todos na equipe.

discordo totalmente	concordo totalmente
---------------------	---------------------





7. Minha equipe está sempre procurando meios para reduzir os desperdícios (sucata, movimentações desnecessárias, material parado na produção, etc).

discordo totalmente	concordo totalmente
------------------------	------------------------

8. Tenho em mente que para a produção fluir bem devo trabalhar com baixos estoques intermediários (de arames e pregos semi-acabados).

discordo totalmente	concordo totalmente
------------------------	------------------------

9. Durante meu trabalho sei quanto o processo posterior ao meu está consumindo de material e produzo somente para repor esta quantidade.

discordo totalmente	concordo totalmente
------------------------	------------------------

10. Toda atividade que executo está padronizada e eu conheço estes padrões.

discordo totalmente	concordo totalmente
------------------------	------------------------

11. Executo todas as minhas atividades exatamente conforme está escrito nos padrões.

nunca	sempre
-------	--------

12. Os padrões são revisados constantemente incorporando as melhorias sugeridas pela equipe.

nunca	sempre
-------	--------

13. Tenho liberdade para dar sugestões de melhorias no meu trabalho.

nunca	sempre
-------	--------

14. Sou encorajado por meus superiores para procurar sempre melhores maneiras de executar o meu trabalho.

nunca	sempre
-------	--------

15. Minhas idéias são ouvidas e leva das em consideração nas decisões de melhoria na minha área.

\_\_\_\_\_

nunca sempre

16. Sinto-me à vontade para participar das decisões tomadas na minha área.

\_\_\_\_\_

nunca sempre

17. As melhorias na minha área são implantadas com rapidez.

\_\_\_\_\_

nunca sempre

18. A segurança no ambiente de trabalho é colocada como prioridade por todos.

\_\_\_\_\_

nunca sempre

19. Os fornecedores externos também estão engajados com os resultados da minha área.

\_\_\_\_\_

nunca sempre

20. Os problemas que ocorrem e que comprometem a qualidade e segurança são levados a conhecimento da maioria da equipe.

\_\_\_\_\_

nunca sempre

21. Os problemas são tratados imediatamente quando ocorrem para que não se repitam mais.

\_\_\_\_\_

nunca sempre

22. A máquina é parada sempre que ocorre algum problema que afete a qualidade do produto e a segurança operacional, até que se resolva o problema.

\_\_\_\_\_

nunca sempre

23. A maioria dos problemas de produção são tratados e resolvidos no chão de fábrica, ao invés de nos escritórios.

\_\_\_\_\_

nunca sempre

24. Na minha área, as decisões tomadas visam também atingir resultados em longo prazo.

nunca sempre

25. Na minha área é valorizado o uso de tecnologia já testada e aprovada em outros lugares.

nunca sempre

26. A empresa me incentiva e investe na minha capacitação e desenvolvimento.

nunca sempre

27. São colocados dispositivos nas máquinas para elas pararem quando apresentam algum defeito que comprometa a qualidade do produto.

nunca sempre

28. É dado bastante foco na manutenção preventiva dos equipamentos para evitar que eles quebrem durante a produção.

nunca sempre

29. Os materiais seguem uma seqüência contínua de produção, sem movimentações desnecessárias.

nunca sempre

30. Na produção é utilizada a TRF (troca rápida de ferramentas) para reduzir o tempo dos setups.

nunca sempre

## APÊNDICE D – Teste de correlação entre questões por constructo

### Constructo funcionários e parceiros – Célula 1

Correlations: Q1; Q2; Q3; Q4; Q14; Q15; Q18; Q19; Q20; Q26

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q14	Q15	Q18	Q19	Q20
Q2	0,649 0,042								
Q3	0,726 0,017	0,847 0,002							
Q4	0,306 0,390	0,334 0,346	0,398 0,254						
Q14	0,387 0,270	0,598 0,068	0,547 0,102	0,182 0,614					
Q15	0,129 0,722	0,511 0,132	0,468 0,172	0,055 0,880	0,868 0,001				
Q18	0,211 0,558	0,106 0,771	0,196 0,588	0,467 0,173	0,404 0,246	0,277 0,438			
Q19	0,189 0,602	0,419 0,228	0,072 0,844	0,511 0,131	0,248 0,490	0,129 0,723	0,433 0,211		
Q20	0,164 0,652	0,476 0,165	0,469 0,171	0,065 0,858	0,925 0,000	0,882 0,001	0,237 0,510	0,140 0,699	
Q26	0,003 0,994	0,027 0,941	0,100 0,783	0,581 0,078	0,144 0,691	-0,019 0,959	0,729 0,017	0,212 0,556	-0,040 0,913

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

### Constructo solução de problemas – Célula 1

Correlations: Q5; Q12; Q13; Q16; Q17; Q23

	Q5	Q12	Q13	Q16	Q17
Q12	0,860 0,003				
Q13	0,789 0,007	0,876 0,002			
Q16	0,798 0,006	0,732 0,025	0,896 0,000		
Q17	0,668 0,035	0,639 0,064	0,630 0,051	0,605 0,064	
Q23	0,845 0,002	0,647 0,059	0,533 0,113	0,569 0,086	0,632 0,050

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

### Constructo filosofia – Célula 1

Correlations: Q6; Q24

Pearson correlation of Q6 and Q24 = 0,455

P-Value = 0,187

### Constructo processo – Célula 1

Correlations: Q7; Q8; Q9; Q10; Q11; Q21; Q22; Q25; Q27; Q28; Q29; Q30

	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q21	Q22	Q25	Q27
Q8	0,841 0,002								
Q9	0,178 0,624	0,139 0,702							
Q10	0,715 0,020	0,334 0,346	-0,101 0,781						
Q11	0,867 0,001	0,509 0,133	0,155 0,668	0,880 0,001					
Q21	-0,127 0,728	-0,335 0,344	0,594 0,070	0,046 0,900	0,132 0,716				
Q22	0,556 0,095	0,320 0,368	-0,183 0,613	0,720 0,019	0,531 0,114	0,038 0,917			
Q25	0,382 0,276	0,019 0,958	0,567 0,088	0,534 0,112	0,654 0,040	0,832 0,003	0,323 0,363		
Q27	0,301 0,397	-0,013 0,971	0,629 0,051	0,462 0,179	0,579 0,080	0,826 0,003	0,260 0,469	0,963 0,000	
Q28	0,572 0,084	0,409 0,240	0,763 0,010	0,252 0,482	0,524 0,120	0,562 0,091	0,186 0,606	0,722 0,018	0,623 0,055
Q29	0,476 0,164	0,354 0,315	0,573 0,084	0,155 0,669	0,442 0,201	0,519 0,124	-0,011 0,976	0,616 0,058	0,468 0,172
Q30	0,447 0,195	0,449 0,193	0,391 0,265	0,016 0,964	0,396 0,257	0,373 0,289	-0,072 0,843	0,459 0,182	0,328 0,356
		Q28	Q29						
Q29		0,873 0,001							
Q30		0,737 0,015	0,847 0,002						

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

### Constructo funcionários e parceiros – Célula 2

Correlations: Q1; Q2; Q3; Q4; Q14; Q15; Q18; Q19; Q20; Q26

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q14	Q15	Q18	Q19	Q20
Q2	0,151 0,623								
Q3	0,185 0,545	0,336 0,262							
Q4	0,138 0,654	0,260 0,391	0,863 0,000						
Q14	-0,022 0,943	0,392 0,185	0,770 0,002	0,564 0,045					
Q15	0,155 0,614	0,410 0,164	0,486 0,092	0,514 0,072	0,469 0,106				
Q18	-0,335 0,263	0,454 0,119	0,355 0,235	0,411 0,163	0,604 0,029	0,327 0,275			
Q19	-0,307 0,308	0,086 0,781	0,286 0,343	0,226 0,457	0,057 0,854	-0,029 0,925	0,214 0,484		
Q20	0,216 0,479	0,454 0,120	0,833 0,000	0,709 0,007	0,621 0,023	0,248 0,415	0,212 0,487	0,244 0,422	
Q26	-0,108 0,726	0,195 0,522	0,338 0,258	-0,086 0,781	0,660 0,014	0,164 0,593	0,191 0,532	-0,129 0,674	0,347 0,245

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

### Constructo solução de problemas – Célula 2

Correlations: Q5; Q12; Q13; Q16; Q17; Q23

	Q5	Q12	Q13	Q16	Q17
Q12	-0,245 0,420				
Q13	-0,101 0,742	-0,135 0,660			
Q16	-0,103 0,739	-0,287 0,342	0,304 0,313		
Q17	0,234 0,441	0,790 0,001	-0,245 0,419	-0,124 0,687	
Q23	-0,232 0,445	0,897 0,000	-0,104 0,736	-0,117 0,704	0,762 0,002

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

### Constructo filosofia – Célula 2

Correlations: Q6; Q24

Pearson correlation of Q6 and Q24 = -0,245  
P-Value = 0,420

### Constructo processo – Célula 2

Correlations: Q7; Q8; Q9; Q10; Q11; Q21; Q22; Q25; Q27; Q28; Q29; Q30

	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q21	Q22	Q25	Q27
Q8	0,822 0,001								
Q9	0,020 0,948	0,309 0,304							
Q10	0,865 0,000	0,733 0,004	-0,008 0,978						
Q11	0,635 0,020	0,420 0,153	-0,250 0,410	0,802 0,001					
Q21	0,356 0,233	0,563 0,045	0,274 0,365	0,386 0,193	0,223 0,463				
Q22	0,866 0,000	0,628 0,022	-0,041 0,895	0,900 0,000	0,726 0,005	0,436 0,137			
Q25	0,658 0,014	0,597 0,031	-0,226 0,457	0,674 0,012	0,549 0,052	0,574 0,040	0,769 0,002		
Q27	0,424 0,169	0,223 0,486	-0,244 0,444	0,408 0,188	0,282 0,374	0,517 0,085	0,673 0,016	0,835 0,001	
Q28	-0,136 0,657	0,106 0,731	0,027 0,931	-0,241 0,428	-0,209 0,493	0,619 0,024	-0,044 0,885	0,356 0,232	0,367 0,241
Q29	0,727 0,005	0,596 0,031	-0,107 0,728	0,500 0,082	0,453 0,120	0,231 0,447	0,576 0,039	0,623 0,023	0,424 0,169
Q30	0,717 0,006	0,600 0,030	-0,128 0,676	0,576 0,039	0,420 0,153	0,091 0,768	0,591 0,034	0,477 0,099	0,377 0,227
		Q28	Q29						
Q29	-0,011 0,972								
Q30	-0,208 0,495	0,755 0,003							

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

### Constructo funcionários e parceiros – Célula 3

Correlations: Q1; Q2; Q3; Q4; Q14; Q15; Q18; Q19; Q20; Q26

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q14	Q15	Q18	Q19	Q20
Q2	0,767 0,075								
Q3	0,774 0,071	0,852 0,031							
Q4	0,862 0,027	0,712 0,112	0,579 0,229						

Q14	0,569 0,239	0,172 0,745	0,602 0,206	0,193 0,715					
Q15	0,515 0,295	0,209 0,691	0,634 0,177	0,108 0,839	0,981 0,001				
Q18	0,651 0,162	0,497 0,316	0,620 0,189	0,212 0,687	0,706 0,117	0,768 0,074			
Q19	0,374 0,466	0,752 0,085	0,773 0,071	0,264 0,613	0,150 0,776	0,197 0,708	0,245 0,640		
Q20	0,780 0,067	0,794 0,059	0,889 0,018	0,431 0,393	0,644 0,167	0,702 0,120	0,894 0,016	0,620 0,189	
Q26	0,823 0,044	0,936 0,006	0,746 0,089	0,782 0,066	0,140 0,791	0,119 0,822	0,430 0,395	0,697 0,124	0,712 0,113

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

### Constructo solução de problemas – Célula 3

Correlations: Q5; Q12; Q13; Q16; Q17; Q23

	Q5	Q12	Q13	Q16	Q17
Q12	0,706 0,117				
Q13	0,064 0,905	0,258 0,621			
Q16	0,187 0,722	0,160 0,762	0,945 0,005		
Q17	0,115 0,828	-0,343 0,506	-0,540 0,268	-0,488 0,326	
Q23	0,844 0,035	0,500 0,312	-0,465 0,352	-0,342 0,506	0,413 0,416

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

### Constructo filosofia – Célula 3

Correlations: Q6; Q24

Pearson correlation of Q6 and Q24 = 0,342  
P-Value = 0,507



### Constructo processo – Célula 3

Correlations: Q7; Q8; Q9; Q10; Q11; Q21; Q22; Q25; Q27; Q28; Q29; Q30

	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q21	Q22	Q25	Q27
Q8	0,230 0,661								
Q9	0,833 0,040	0,391 0,444							
Q10	0,666 0,148	-0,165 0,755	0,776 0,070						
Q11	0,954 0,003	0,262 0,616	0,931 0,007	0,813 0,049					
Q21	0,254 0,628	0,626 0,183	0,444 0,377	0,371 0,469	0,420 0,407				
Q22	0,244 0,641	-0,345 0,503	0,343 0,505	0,748 0,087	0,366 0,475	0,384 0,453			
Q25	0,024 0,963	-0,395 0,439	0,090 0,865	0,490 0,324	0,199 0,705	0,093 0,860	0,193 0,714		
Q27	-0,271 0,603	-0,694 0,126	-0,467 0,351	-0,314 0,544	-0,449 0,372	-0,916 0,010	-0,093 0,860	-0,292 0,574	
Q28	0,166 0,753	-0,288 0,581	0,304 0,558	0,446 0,376	0,303 0,559	-0,198 0,708	-0,083 0,877	0,824 0,044	-0,099 0,852
Q29	0,476 0,340	0,044 0,934	0,086 0,871	-0,136 0,798	0,286 0,582	-0,403 0,428	-0,605 0,203	0,048 0,928	0,147 0,781
Q30	0,205 0,697	-0,658 0,155	0,075 0,887	0,633 0,178	0,294 0,572	0,012 0,982	0,518 0,293	0,843 0,035	-0,043 0,936
		Q28	Q29						
Q29		0,286 0,583							
Q30		0,564 0,243	0,043 0,935						

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value