

## Aplicação do método QFD em uma indústria de materiais

Leonel Del Rey de Melo Filho (NTQI / DEP / UFMG) [leoneldrmf@yahoo.com.br](mailto:leoneldrmf@yahoo.com.br)

Lin Chih Cheng (NTQI / DEP / UFMG) [lincheng@dep.ufmg.br](mailto:lincheng@dep.ufmg.br)

### Resumo

*Este artigo apresenta uma aplicação do método Desdobramento da Função Qualidade (QFD) em uma indústria de materiais, na etapa de preparação para produção de um novo produto, do ciclo de desenvolvimento de novos produtos. Este método mostrou ser capaz de auxiliar a empresa na garantia de qualidade de seu produto, induzindo a procura de novos conhecimentos, e explicitando a relação de causa-e-efeito de todo processo de produção, com foco nas reais necessidades de seu cliente. Outro aspecto inovador dessa aplicação foi a aquisição do conhecimento do processo de fabricação desse cliente, possibilitando o entendimento do porquê das características da qualidade especificadas do produto, tornando explícito as suas reais necessidades – extração invertida.*

*Palavras-chave: Desenvolvimento de produto, QFD, Indústria de materiais.*

### 1. Introdução

No contexto competitivo recente, o desenvolvimento de novos produtos (DNP) assume um papel crítico na sobrevivência e crescimento das empresas de todo o mundo (DEBRUYNE et al., 2002). Dentro deste cenário, a questão da gestão de desenvolvimento de produtos (GDP) tem ganhado contornos e características cada vez mais dinâmicas, tornando-se um foco central de aperfeiçoamento para as empresas brasileiras (FLEURY, 1999). Em função de sua importância, a GDP em empresas tem sido tema de diversas pesquisas nos últimos anos. No entanto, pouco sobre indústria de materiais - do substrato da natureza para primeiro estágio de industrialização - têm sido publicado (MEYER & DALAL, 2002). Uma das explicações se deve a dificuldade de desenvolvimento de produtos nesse segmento industrial que possui processo contínuo de fabricação, e o curso das inovações de produto e processo podem durar décadas (UTTERBACK, 1994).

Segundo o relato de CHENG (2000), a GDP das empresas pode ser dividida em dois níveis: estratégico e operacional. No nível operacional o método QFD tem sido muito utilizado na estruturação de processos de desenvolvimentos de produtos, em diferentes etapas do ciclo de desenvolvimento, como: planejamento do produto, projeto do produto e processo, e preparação para produção. O objetivo deste artigo é relatar uma aplicação inovadora do método QFD em uma indústria de materiais, produtora de cal, na preparação para produção de um produto novo para empresa. A novidade da aplicação é em três aspectos: 1- aplicação numa indústria de materiais; 2- agregação de novos conhecimentos aos já cristalizados pela empresa; e 3- construção do modelo conceitual do cliente e o transpondo para alimentar o da empresa – extração invertida.

### 2. O método QFD (Quality Function Deployment - Desdobramento da Função Qualidade)

O QFD foi desenvolvido no Japão no final dos anos 60, como método que auxilia na garantia da qualidade de produtos durante as fases de desenvolvimento (MIZUNO & AKAO, 1994; AKAO & MAZUR, 2003). Ao longo dos anos, vários elementos conceituais e metodológicos foram adicionados ao método, que como resultado foi criado um modelo amplo de QFD, que possui diferentes formas de aplicação (CHENG, 2003a). Uma breve revisão da literatura (CHENG, 2003b) possibilita afirmar que: 1- O método QFD é reconhecido pela literatura acadêmica como um método importante no campo da Gestão de Desenvolvimento de

Produto; 2- QFD é largamente conhecido e tem sido amplamente aplicado no desenvolvimento de uma larga diversidade de produtos no mundo; e 3- existe uma comunidade ativa de QFD, composta por praticantes de empresas, consultores e acadêmicos, que estudam, usam e refletem sobre o método em vários cantos do globo.

O QFD tem sido conceituado como “uma forma de comunicar sistematicamente informação relacionada com a qualidade e de explicitar ordenadamente trabalho relacionado com a obtenção da qualidade...” (CHENG, 1995). Entretanto, uma conceituação mais ampla poderia ser: “um método que auxilia obter convergência de percepções e lógicas de estruturação de fenômenos entre pessoas de forma objetiva e priorizada por intermédio do mapeamento em efeito-causa que leve a ações”. A aplicação deste método tem sido mais nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento de produtos. Entretanto há uma aplicação relatada na etapa de preparação para produção (ARAÚJO, 2002), porém não na indústria de materiais.

### 3. Produto e empresa

A cal é um material composto principalmente por óxido de cálcio (CaO), e sua fabricação e utilizações são evidenciadas desde a antiguidade. A matéria prima utilizada para sua fabricação é o calcário, composto principalmente por carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Parte do carbonato de cálcio pode ter sido convertido, pela natureza, em dolomita em função da ligação com o carbonato de magnésio como segundo componente (CaCO<sub>3</sub>.MgCO<sub>3</sub> - calcário dolomítico)(OATES, 1998). A cal utilizada na indústria é obtida pelo processo de calcinação, que consiste basicamente no aquecimento do calcário em um forno, onde o calor atua como catalisador, propiciando a retirada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) deste material, o transformando na cal (OATES, 1998). Este produto pode ser classificado em seis tipos diferentes. Um tipo é a cal dolomítica virgem, que é obtida pela calcinação do calcário dolomítico. A qualidade da cal depende de diversos fatores incluindo propriedades físicas, reatividade com a água e composição química.

Este material é usado como matéria prima em diferentes segmentos industriais e possui diversas aplicações. Na siderurgia possui várias formas de uso, uma delas como fundente de impurezas (formação de escória) no processo de sopro que ocorre na aciaria, onde é adicionado oxigênio ao ferro gusa para transformá-lo em aço (OATES, 1998).

A empresa é produtora de calcário e cal e pertence a um dos maiores grupos industriais privados do país, de capital nacional. Está localizada em uma cidade próxima a Belo Horizonte, Minas Gerais. Para conquistar novos mercados decidiu produzir um produto novo para fábrica. Almejando o sucesso deste produto logo após seu lançamento, optou por utilizar o método QFD para auxiliá-la na obtenção da qualidade de seu produto em sua fase de desenvolvimento, em particular na etapa de preparação para produção. A figura 1 representa o macro-fluxo de produção utilizado.

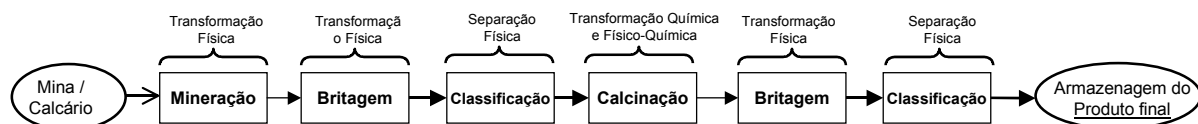


Figura 1 – Macro-fluxo dos processos de fabricação de cal

O produto desenvolvido foi a cal dolomítica, cuja tecnologia era de conhecimento da empresa, que apenas não o fabricava. Para a produção deste produto foi necessária a construção de uma nova infra-estrutura, que, consumiu elevados recursos da empresa, destacando-se a construção de um novo forno de cal. Este produto seria fornecido primeiramente para um cliente único, que atua no segmento de siderurgia, e iria utilizá-lo como matéria prima auxiliar em seu processo siderúrgico de sopro.

#### 4. Metodologia de pesquisa

A estratégia de pesquisa adotada foi a pesquisa-ação, que possuiu a finalidade de conduzir o desenvolvimento desta investigação para que os resultados desejados fossem alcançados. O conhecimento sobre o que é a pesquisa-ação e seus procedimentos operacionais, já foram descritos e detalhados por diversos autores (SUSMAN & EVERED, 1978; COUGHLAN & COUGHLAN, 2002). Para efeito deste trabalho, seria suficiente mencionar a definição de acordo com RAPOPORT (1970) “a pesquisa-ação objetiva contribuir para as necessidades práticas das pessoas que estão inseridas em situação-problema e para acumulação do conhecimento das ciências sociais dentro de uma estrutura ética de trabalho mutuamente aceitável”.

O objetivo da empresa na utilização do método QFD foi garantir a qualidade do novo produto antes do início de sua produção. Para isto seria necessário transmitir as verdadeiras necessidades do cliente para dentro da empresa e, que fosse estabelecido e compreendido a relação de causa-efeito de todo seu fluxo produtivo em função das necessidades deste cliente. O trabalho de intervenção teve a duração de seis meses, e foi desenvolvido por um grupo inter-funcional de sete pessoas, com uma dedicação maior de duas pessoas – em torno de vinte horas semanais para cada um, contando com a participação e coordenação de um líder do grupo. Outras pessoas, num total de quinze além do grupo principal, participaram das sessões de trabalho e seminários. As principais fontes de informação utilizadas no decorrer deste projeto foram: dados qualitativos e quantitativos, provenientes de documentação fornecida pela empresa; informações relativas aos problemas, levantadas por observações diretas; e planejamento e acompanhamento das tarefas.

#### 6. Resultados e discussões

**Construção do Modelo Conceitual** - O modelo conceitual (QFD) adotado foi melhorando ao longo do trabalho, em função das necessidades dos participantes do projeto. Para compreensão do modelo adotado é preciso explicar sua relação com os objetivos do trabalho, características do produto e processo de fabricação e lógica de raciocínio da equipe de desenvolvimento, o que deixará mais claro a lógica de causa-e-efeito representada no seqüenciamento de suas matrizes.

A lógica de raciocínio, causa-efeito, utilizada pela equipe de desenvolvimento no processo de construção e melhoria do modelo conceitual, foi a seguinte: seguindo o fluxo produtivo em seu sentido inverso (ver figura 1), e analisando os objetivos do trabalho, o produto final deveria atender as necessidades do cliente, assim seria necessária uma tabela de qualidade exigida (QE). Seguindo o fluxo inverso, para que as QEs fossem atendidas seria necessário que a cal possuísse características específicas, sendo necessário uma tabela das características de qualidade do produto final (CQPF) e seus valores metas. Assim seria formada a primeira matriz, **QE X CQPF**. Para que as CQPF fossem atendidas, seria necessário que os processos de fabricação fossem capazes, uma tabela de Processos (PR) era necessário, e foi definida outra matriz, **CQPF X PR**. Neste trabalho não foi importante analisar as características de qualidade dos produtos intermediários gerados pelos processos como ocorreu em outros trabalhos publicados sobre indústrias de processos (OLIVEIRA & DRUMOND, 2000; DRUMOND, 1997), uma vez que na produção da cal, a principal transformação ocorre na calcinação, sendo os outros processos apenas transformadores físicos, granulometria. Durante o projeto, o grupo de desenvolvimento percebeu que havia uma necessidade de compreensão das reais funções de cada processo, e seus respectivos produtos intermediários, pois não estava claro para todos os membros. Desta forma, foi acrescentada à tabela de processos uma tabela das funções dos processos (F.PR), e outra para os resultados dos processos intermediários (produtos intermediários (PR.Int)). Para que os processos fossem capazes, seria

necessário controlá-los com parâmetros, que deveriam ser ajustados em faixas específicas, sendo necessário assim, uma tabela de parâmetros de controle dos processos (PCP), o que formaria outra matriz, **PR X PCP**. Para produzir uma cal com as especificações requeridas, era necessário utilizar uma matéria prima, calcário, que possuísse características também específicas, sendo necessário construir outra tabela para as características de qualidade das matérias primas (CQMP). Neste processo de fabricação as CQMP são definidas a partir da qualidade do produto final, pois o processo de produção, principalmente o de calcinação, possui seus limites de operação, possibilitando uma alteração destas apenas em uma faixa possível. Desta forma, estas características também são modificadas ao longo do processo produtivo, portanto, devem ser definidas tendo em vista alguns parâmetros deste processo, e estes parâmetros devem ser ajustados de acordo com estas CQMP. Portanto foi importante compreender a relação de causa-efeito entre: CQMP e às do produto final – matriz **CQPF X CQMP**; e também a relação entre as CQMP e o controle dos parâmetros do processo – matriz **PCP X CQMP**. Também, foi importante para o trabalho classificar as CQMP entre: as que poderiam ser alteradas e controladas apenas no processo de mineração (AM); aquelas alteráveis e controláveis nos outros processos (AP), e aquelas alteráveis e controláveis em ambos (AM e AP). Outro ponto levantado foi à necessidade de compreensão da influência que teria o combustível utilizado na queima do forno, que seria o coque, antes não utilizado pela empresa, nos parâmetros de controle dos processos e produto final. Assim, foi acrescentado na tabela CQMP uma classificação para as características do calcário (AM / AP), e também se somou a esta tabela as características de qualidade do insumo combustível (I). Segundo os membros do grupo, o tratamento destas características dos insumos na mesma tabela da CQMP seria suficiente para obtenção das informações que necessitavam.

Para definição do seqüenciamento das matrizes no modelo conceitual, foi seguida a mesma lógica apresentada acima, definindo no sentido inverso do fluxo produtivo suas interseções. No entanto, o grupo necessitava de outras informações para que o projeto fosse desenvolvido com qualidade. Seria importante compreender a relação entre as CQPF e entre os PCP, uma vez que muitas variáveis seriam interdependentes. Por exemplo, alterando uma CQPF, qual seria a influência nas outras? Assim foram construídas outras duas matrizes, denominadas de auxiliares: matrizes **CQPF X CQPF** e **PCP X PCP**. Dessa forma o modelo conceitual utilizado neste trabalho está apresentado na figura abaixo:

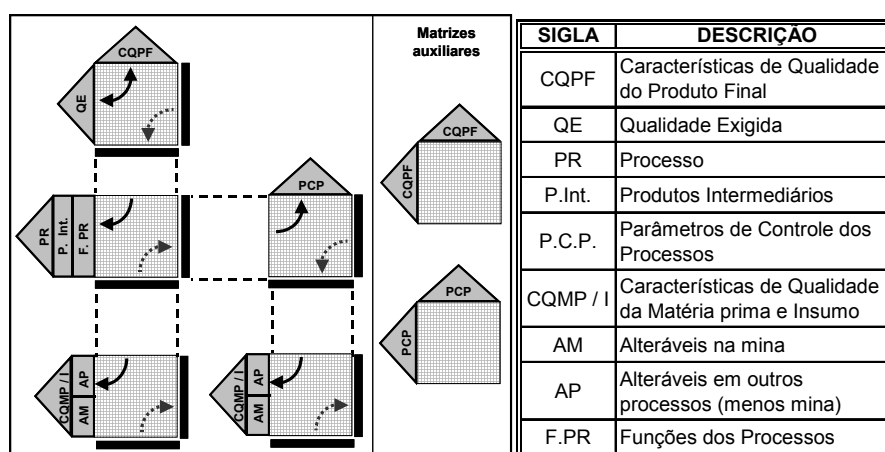


Figura 2 – Modelo conceitual – processo de produção da Cal utilizado neste projeto

**Obtendo as reais necessidades do cliente** - O cliente definiu para a empresa as especificações (características de qualidade) que o produto deveria possuir, mas não demonstrou os reais motivos de sua escolha. Os participantes do trabalho não compreendiam como todas as características requeridas iriam influenciar no processo de seu cliente, e desconfiavam que

este também não compreendia. Para compreenderem as reais funções da cal dolomítica no processo de sopro, o grupo de desenvolvimento reuniu todas as bibliografias, textos, e arquivos eletrônicos que possuíam sobre este assunto. O estudo deste material demonstrou que muitas informações importantes estavam debaixo do "próprio teto", apenas não estavam organizadas adequadamente, e/ou não era dada à devida importância sobre este material. Foi também realizado um treinamento sobre o processo de siderurgia e a utilização da cal neste processo por um especialista em siderurgia. Estas duas atividades levaram a comprovação de uma hipótese levantada pela equipe: o cliente não compreendia como todas as especificações requeridas para a cal realmente influenciavam em seu processo.

Para organizar todo conhecimento adquirido tornando-o explícito, e propiciar a compreensão do grau de importância que as CQPF teriam no processo de sopro, foi construído outro modelo conceitual - processo produtivo da aciaria de seu cliente - onde a cal entraria como matéria prima auxiliar. Este modelo não foi validado como o da cal, pois, a necessidade do grupo não era desenvolver aço, e sim compreender a relação do seu produto no processo de sopro, e como este processo afetava o produto aço fundido, e as características da escória. A Figura 3(a) representa o modelo do aço utilizado.

O conhecimento adquirido pelo grupo foi utilizado para que o modelo conceitual do aço fosse preenchido. Os resultados e conclusões obtidas no preenchimento deste modelo foram utilizados para construção da tabela de qualidade exigida da cal, e também da qualidade planejada da matriz da qualidade. A figura 3 (b) representa este procedimento.

Esta forma utilizada para obtenção das qualidades exigidas se restringem as seguintes características deste trabalho: empresa de materiais, fornecedora de um novo produto que é cativo a um cliente único; e hipótese, fundamentada, que a empresa compreendia mais que seu cliente sobre como todas as especificações requeridas realmente influenciam em seu processo. Assim o grupo decidiu adicionar nas especificações requeridas outras características de qualidade da cal que deveria possuir.

Resumindo, fez-se primeiramente a extração inversa, que é, partir da característica de qualidade para obtenção da qualidade exigida, perguntando o porquê do requerido. E após o conhecimento adquirido fez-se a extração convencional, adicionando características da qualidade do produto – CQPF – anteriormente não requerido pelo cliente. Esse vai-e-vem, representado pela seta dupla na figura 2 robusteceu as tabelas que compõe a matriz da qualidade do modelo da cal.

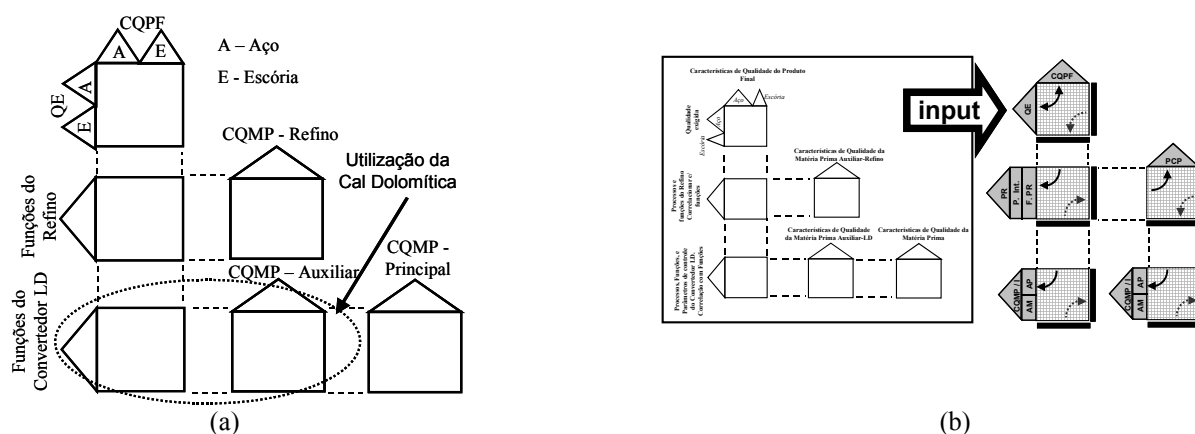


Figura 3(a) – Modelo conceitual Aço. (b) Forma de obtenção da qualidade exigida do produto.

**Preenchimento das matrizes deste projeto** - Para realização das correlações entre as tabelas do modelo conceitual utilizou-se seguinte critério:



Correlação	Descrição	Valor	Cor do N.º
Forte	COM CERTEZA os itens serão diretamente impactados entre si.	9	Vermelho
Média	PROVAVELMENTE os itens estudados serão impactados entre si.	3	Verde
Fraca	HÁ SUSPEITAS que os itens serão impactados entre si.	1	Azul
Nula	Não há correlação entre os itens.	-	
Proporcionalidade		Cor da Célula	
Fortemente proporcional	Se um item altera o outro alterará na mesma proporção.	9	Branca
Proporcional	Se um item altera, o outro poderá alterar simultaneamente na mesma direção, dependendo das condições atuais ou de outros fatores.	3	Branca
Fortemente inversamente proporcional	Se um item altera o outro alterará na proporção inversa.	9	Verde claro
Inversamente proporcional	Se um item altera, o outro poderá alterar simultaneamente na direção oposta, dependendo das condições atuais ou de outros fatores.	3	Verde claro

Tabela 1 – Critério utilizado para o preenchimento das matrizes

As cores atribuídas aos valores das correlações propiciaram visibilidade às matrizes. A proporcionalidade como apresentada na tabela 1 foi utilizada para o preenchimento das matrizes auxiliares, **CQPF X CQPF** e **PCP X PCP**. Para as matrizes **QE X CQPF** e **CQPF X CQMP / I**, foi utilizado o seguinte critério: proporcionalidade direta - célula branca; proporcionalidade inversa - a célula foi colorida de verde claro. Outra notação utilizada foi à representação de como os valores das especificações das QE, CQPF e CQMP/I deveriam se comportar em função das necessidades da empresa. Esta notação está representada abaixo.

Quanto maior melhor	↑	Quanto maior melhor, mas possui um valor limite superior	↑↓
Quanto menor melhor	↓	Quanto menor melhor, mas possui um valor limite inferior	↓↑
		Valor especificado em um limite superior e inferior	↑↓

Tabela 2 – Simbologia utilizada para representar o melhor comportamento das QE, CQPF e CQMP.

Foi necessário utilizar todo este critério apresentado acima em função da complexidade desta indústria de materiais que possui muitas variáveis interdependentes, e seus comportamentos não estavam claros para todos participantes do trabalho. Isto possibilitou uma melhor compreensão destas variáveis, e da relação de causa-e-efeito das mesmas, explicitando os conhecimentos tácitos dos indivíduos.

As matrizes foram preenchidas pelos integrantes do grupo de desenvolvimento e pelos trabalhadores da fábrica em sessões de trabalhos periódicas. Apenas participaram das reuniões as pessoas “chaves” para que os resultados desejados fossem alcançados. Os valores definidos nas correlações e proporcionalidades foram obtidos pelo consenso resultante das discussões dos indivíduos. A matriz **QE X CQPF** utilizada está representada na figuras 4.

Qualidade exigida	Características de Qualidade do Produto Final		Físico quim.		Composição química			Baixa Variabilidade	Cor	Grau Importância	Competitividade		QUALIDADE PLANEJADA					
	1º	2º	3º	4º	CaO	SiO2	MgO				Fornecedores 1	Itaú AZBE	Expectativa (MERZ)	Índice Melhoria	Argumento Venda	Peso Absoluto	Peso Relativo	
Menor variabilidade na cal	↓	3	3	3	3	3	3	9	3	4	3	2	2	2,0	1,5	12,0	11%	
Curva granulométrica homogênea	↑↓	3	3	3	3	3	3	9	3	3	4	4	3	1,3	1,0	4,0	4%	
Baixo tempo de corrida	↓	9	3	3	9	9	9	9	9	5	3	2	1	5,0	1,5	37,5	34%	
Menor volume de escória	↓	9	3	3	9	3	9	9	9	2	4	2	2	2,0	1,0	4,0	4%	
Menor consumo de cal	±	9	1	3	9	3	9	9	9	3	4	2	2	2,0	1,5	9,0	8%	
Otimização da campanha de cal	↓	3	3	3	9	9	9	9	9	3	1	4	4	2,5	1,0	12,5	11%	
Baixo percentual de finos na cal	↓	3								3	1	5	4	2,5	1,0	12,5	11%	
Baixo percentual de enxofre (S)	↓									3	1	4	5	3	1,0	1,0	4,0	4%
Baixo percentual de fósforo (P)	↓									3	3	5	4	3	1,0	1,0	3,0	3%
Escória líquida (viscosidade)	↑	9	3	9	9	9	9	9	9	3	2	4	3	2,5	1,5	7,5	7%	
			Peso Absoluto	6,7	0,1	2,6	6,3	0,8	6,3	4,0	0,6	Total		28,6				
			Peso Relativo	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	Total		100%				
Mercado																		
Produção Cativa				200		0%	> 50%	< 3%	> 30%									
Valores Itaú/Forno AZBE				190	91%	63%	2%	31%	0,05%									
Valores Expectativa Forno MAERZ				210	95%	62%	3%	32%	0,05%									

Figura 4 – Matriz QE X CQPF

Após o preenchimento de todas as matrizes, construiu-se um padrão de produção, com a finalidade de documentar resumidamente toda relação de causa-efeito obtida nas matrizes, em função das principais CQPF, para que os pontos críticos do processo recebessem maior atenção antes e no início da produção, além de favorecer uma rastreabilidade mais eficiente para as causas dos possíveis problemas de qualidade do produto, durante o início de produção. Este está mostrado na figura 5.

Principais características de qualidade do produto final	Principais processos e matérias primas	Principais Parâmetros de controle / Características de qualidade da matéria prima	Valores	Principais características de matérias primas que interferem nos parâmetros de controle	Principais equipamentos
SiO <sub>2</sub>	Calcário	SiO <sub>2</sub>	<= 1,71%		
	Plano de Laura	Análise da composição química do calcário (sondagem) Litotipo do Calcário	Conforme especificação por Máximo 20% mistura de	SiO <sub>2</sub> , CaO, MgO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , S, P Queimabilidade	

Figura 5 – Padrão de produção

**Resultados alcançados para empresa** - Segundo o coordenador de qualidade, líder do projeto, todas as especificações requeridas pelo cliente foram atendidas. Estes dados foram comprovados pela análise realizada sobre os gráficos de controles construídos para as principais características de qualidade do produto final. Além disso, a empresa já havia produzido este produto, cal dolomítica, anteriormente, mas a perda de material ficava em torno de 40%, o que inviabilizava sua produção. No entanto, a perda da produção atual está entre 0 à 5%. Segundo o coordenador, este ganho foi possível em função do entendimento da relação de causa-efeito entre as variáveis do processo produtivo, proporcionado pelo QFD. “..Antes não preocupávamos com a diferença do litotipo de calcário que entrava no processo de calcinação. Hoje é utilizado um litotipo por batelada de produção..”!

Outros resultados alcançados foram: maior conhecimento das equipes de produção (operação e supervisão) sobre o impacto do processo na qualidade final do produto; conhecimento da aplicação da cal e suas funções dentro do processo siderúrgico; vários conhecimentos intangíveis foram explicitados e agregados aos padrões de operação; satisfação interna dos profissionais da fábrica com a qualidade do produto e sucesso do projeto; e replicação do projeto para outros produtos da empresa.

O ponto negativo do trabalho foi a não identificação do problema de crepitação do novo forno. Talvez se o trabalho estivesse sido realizado também sobre o desdobrado da qualidade negativa (AKAO, 1996) este problema poderia ter sido evitado e/ ou resolvido mais rapidamente.

## 7. Conclusões

O QFD foi aplicado com sucesso na indústria de materiais para a finalidade de garantia da qualidade na fase de preparação para produção, apesar das particularidades desse segmento: 1- restrição imposta pelas formações geológicas da natureza (calcário); 2- pouca ou quase inexistência de inovações de produto; 3- baixo valor agregado dos produtos; 4- alto investimento em infra-estrutura física; 5- inovação de processo já incorporada nos equipamentos; e 6- forte aceleração do processo de automação dos equipamentos.

No processo de aplicação do QFD, conforme relatado anteriormente, o grupo buscou por várias vezes novos conhecimentos sobre a produção da cal por intermédio de bibliografias e treinamento. No início do projeto havia uma crença de que não haveria grandes acréscimos ao conhecimento já cristalizado na empresa. Entretanto, pela característica própria do método que induz a troca do conhecimento tácito entre os envolvidos e busca da confirmação destes e também de novos conhecimentos em base conceitual-teórico, houve um salto na acumulação final.

Foi preciso fazer o processo de extração invertida e posteriormente a convencional, criando um processo de vai-e-vem, pelas particularidades de a empresa ser uma produtora de materiais, onde o cliente especifica as características de qualidade do produto ao invés das qualidades exigidas. Nessa circunstância, foi necessário e importante para a empresa compreender as reais necessidades do seu cliente fazendo o modelo conceitual do produto do aço para alimentar o modelo conceitual da cal.

Alguns tópicos para trabalhos futuros são: utilização do modelo conceitual adaptado para outras indústrias de materiais; aplicação em outras etapas do ciclo de desenvolvimento de produtos e processos; e implementação de outros desdobramentos do QFD, como, qualidade negativa (confiabilidade), custos e tecnologia.

## 8. Referências

- ARAÚJO, F. A. (2002) - *Diferentes Formas de Utilização do QFD ao Longo do Ciclo de Desenvolvimento do Produto*. Dissertação de Mestrado da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte: 197 p.
- AKAO, Y. (1996) - *Introdução ao Desdobramento da Qualidade*. Fundação Cristiano Ottoni. 187 p.
- AKAO, Y. & MAZUR, G. H. (2003) - *The Leading Edge in QFD: Past, Present and Future*. International Journal of Quality & Reliability Management – The Leading Edge in Quality Function Deployment. Vol. 20, No. 1, p. 21 – 35.
- CHENG, L. C.; et al. (1995) - *QFD - Planejamento da Qualidade*. Fundação Cristiano Ottoni, Belo Horizonte, Brasil. 261 p.
- CHENG, L. C. (2000) - *Caracterização da Gestão de Desenvolvimento do Produto: Delineando o Seu Contorno a Dimensões Básicas*. 2º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. São Carlos: P 1 – 9.
- CHENG, L. C. (2003a) - *QFD in Product Development: Methodological Characteristics and a Guide for Intervention*. International Journal of Quality & Reliability Management – The Leading Edge in Quality Function Deployment. Vol. 20, No. 1, p. 107 – 122.
- CHENG, L. C. (2003b) - *QFD em Desenvolvimento de Produto: Características Metodológicas e um Guia para Intervenção*. Revista Produção Online. Vol. 3, No. 2. Artigo Destaque. ([www.producaoonline.inf.br](http://www.producaoonline.inf.br))
- COUGHLAN, P. & COUGHLAN, D. (2002) - *Action Research For Operations Management*. International Journal of Operations e Production Management. Vol. 22. p. 220 – 240.
- DRUMOND, F. B. (1997) - *Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e Métodos Estatísticos: Uma Abordagem Integrada Para o Desenvolvimento de Produtos na Indústria de Processos*. Tese de Doutorado da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. 234 p.
- DEBRUYNE, M.; et al. (2002) - *The Impact of New Product Launch Strategies on Competitive Reaction in Industrial Markets*. International Journal of Product Innovation Management. Vol 19. P 159 - 170.
- FLEURY, A. (1999) - *Gerenciamento do Desenvolvimento de Produtos na Economia Globalizada*. 1º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Belo Horizonte: P 1 – 7.
- MEYER, M. H. & DALAL, D. (2002) - *Managing platform architectures and manufacturing process for nonassemble products*. International Journal of Product Innovation Management. Vol 19. P 277 - 293. 2002.
- MIZUNO, S. & AKAO Y. (1994) - *The Customer-Driven Approach to Quality Planning and Development*. Asian Productivity Organization.
- OATES, J. A. H. (1998) - *Lime and Limestone: Chemistry and Technology, Production and Uses*. Wiley-VCH.
- OLIVEIRA, L. C. & DRUMOND, F. B. (2001) - *Uso Integrado do Método QFD e de Técnicas Estatísticas de Planejamento e Análise de Experimentos na Etapa do Projeto do Produto e do Processo*. 2º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. P. 42-49.
- RAPOPORT, R. N. (1970) - *Three Dilemmas in Action Research*. Human Relations. Vol. 23, Nº 6, p. 499-513.
- SUSMAN, G. I. & EVERED, R. D. (1978) - *An Assessment of the Scientific Merits of Action Research*. Administrative Science Quarterly. Vol. 23, p. 582-603.
- UTTERBACK, J. (1992) - *Mastering the Dynamics of Innovation*. Boston: Harvard Business School Press.