

# **II Encontro de Tróia 2011**

## **Aplicação de Metodologias de Melhoria da Qualidade num Processo de Vidração Cerâmica**

Charlotte da Silva (charlotte@ua.pt), Maria João Rosa (m.joao@ua.pt), Marlene Amorim (mamorim@ua.pt)

GOVCOPP - Unidade de Investigação em Governança, Competitividade e Políticas Públicas

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial

Universidade de Aveiro - Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

Telefone: +351 234 370 361, Fax: +351 234 370 215

Palavras chave: Qualidade, Melhoria Contínua, ciclo PDCA

### **Resumo**

O presente artigo descreve o projecto desenvolvido na empresa Matcerâmica durante a realização de um estágio curricular. O objectivo principal do projecto foi a análise dos tipos de defeitos de uma linha específica de peças para, conseqüentemente, tomar medidas no sentido de melhorar a qualidade. A metodologia usada no âmbito deste trabalho foi o ciclo PDCA, aliado às 7 ferramentas básicas da qualidade e ao diagrama dos 5 porquês. O bom uso do ciclo PDCA pode ser benéfico para conseguir atingir os objectivos definidos. No entanto, a sua má utilização pode levar a resultados insignificantes. Por outro lado a utilização desta metodologia não resolve todos os problemas e deve ser aliada a uma força de trabalho qualificada e motivada.

### **Introdução**

A gestão da qualidade é actualmente uma área da gestão indispensável em todos os sectores de actividade. Nos últimos anos o seu papel nas organizações tornou-se cada vez mais global, requerendo a compreensão integral e aprofundada do funcionamento dos processos produtivos, visando a sua melhoria contínua (Evans e Lindsay, 2008). Por melhoria contínua entende-se a concretização de melhorias com o objectivo de eliminar todo o tipo de desperdícios, uma vez que estes não acrescentam valor e implicam custos desnecessários (Liker, 2004).

O presente trabalho foi desenvolvido numa empresa de cerâmica decorativa – a Matcerâmica, na secção da vidração, e teve como objectivo diminuir os desperdícios inerentes a este processo, que se traduzem num número excessivo de peças com

defeitos. A secção da vidração consiste na aplicação de uma camada de vidro sobre a “chacota” – peça de louça previamente cozida e já com a sua forma final. A grande dificuldade deste processo é a percepção dos defeitos nas peças, pois estes problemas tornam-se visíveis geralmente depois da sua cozedura. O fluxograma da figura 1 representa o processo geral da vidração automática.

A análise do processo de vidração centrou-se na produção da linha Ikea, dado que a mesma representa 20% da produção total da empresa. Esta linha é constituída por 5 peças: prato raso, prato de sobremesa, prato de sopa, taça e prato marcador. O problema da linha é o número significativo de peças que têm que ser retocadas, voltando à vidração, por terem defeitos à saída do processo subsequente de cozedura (a percentagem média mensal de retoque da linha Ikea situou-se em 2010 entre os 14,5 e os 8%). Procurou-se, então, identificar e analisar os defeitos existentes, contabilizando os mais frequentes. Seguidamente foram definidas medidas para os diminuir.

A metodologia adoptada para estudar o problema de qualidade identificado foi o ciclo PDCA, considerado um dos pilares da melhoria contínua (Sokovic, Pavletic e Kern Pipan, 2010). A adopção desta metodologia de melhoria contínua da qualidade possibilitou a definição de acções visando a correcção do problema de qualidade identificado, a implementação das mesmas e a sua posterior padronização. Esta metodologia foi combinada com a utilização de algumas das ferramentas básicas da qualidade: o fluxograma, o formulário de recolha de dados, o diagrama de causa-efeito e o diagrama de Pareto (Pereira e Requeijo, 2008). Estas ferramentas permitiram uma abordagem global aos defeitos encontrados. Uma outra ferramenta, o diagrama dos 5 porquês, complementou-as analisando cada problema detalhadamente (Nelsen, 2003).

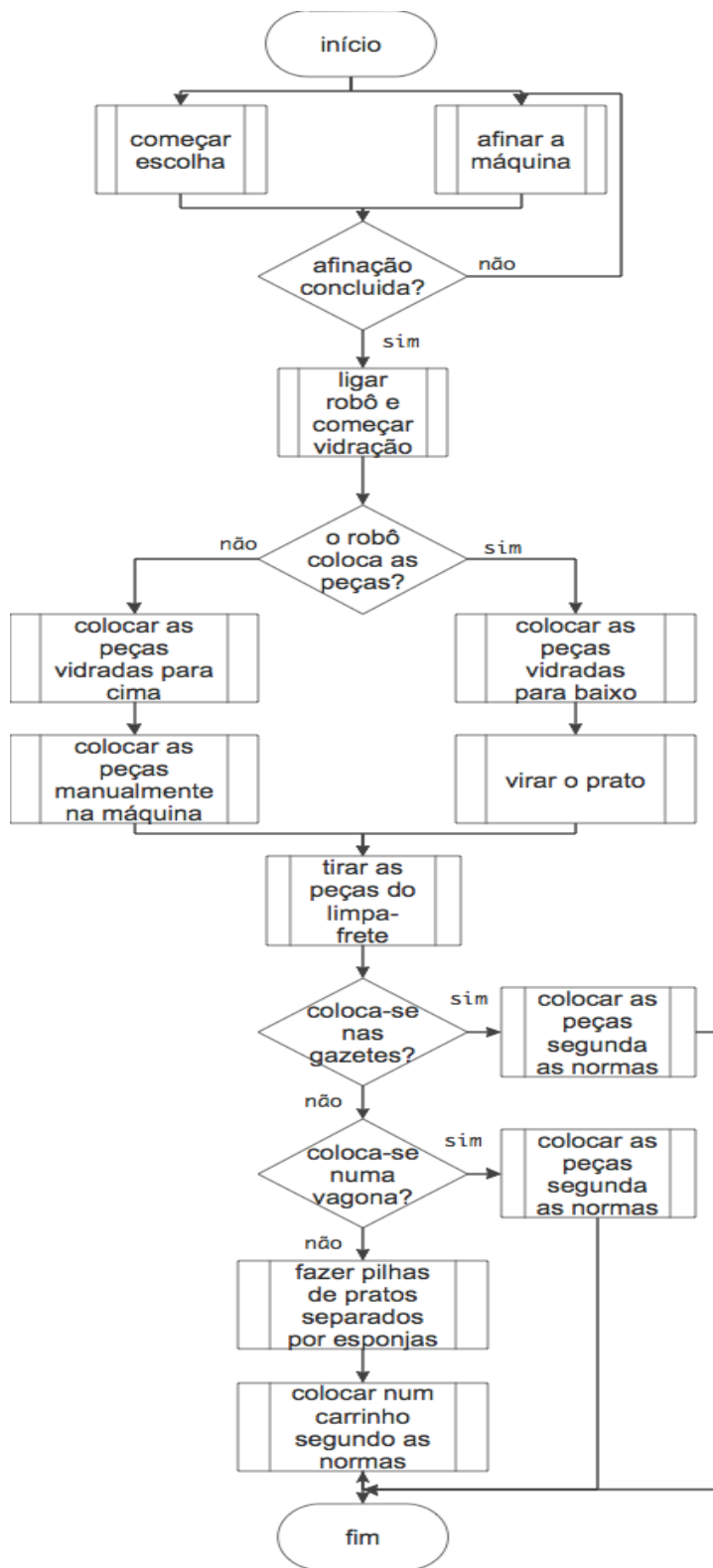


Figura 1 - Processo da vidração automática

## Melhoria Contínua

A melhoria contínua é habitualmente designada pelo seu termo japonês *kaizen*. Vários autores se têm vindo a debruçar sobre o tema, procurando encontrar a definição mais adequada. Segundo Garvin (1988), as melhorias podem ser pequenas ou podem exigir anos de esforço, mas devem ser perseguidas até não se encontrar mais defeitos. De acordo com Pereira e Requeijo (2008), a melhoria contínua deve ser um processo sistemático que permite a concretização dos objectivos planeados de forma consistente e gradual. Ambos os autores referem o carácter metódico do conceito para atingir os objectivos definidos, sendo no caso apresentado, a diminuição dos defeitos das peças da linha Ikea no final da secção da vidração.

A melhoria contínua ocorre no surgimento de uma necessidade, ou seja, pelo reconhecimento de um problema. Segundo Imai (1986) onde há um problema existe potencial de melhoria. Hoje em dia, no entanto, é necessário que as empresas vejam além dos problemas e proporcionem continuamente oportunidades de melhoria de maneira a tornarem-se mais competitivas no actual mundo globalizado (Goetsch & Stanley, 1994).

O próprio Deming (1900 - 1993) adoptou esse conceito como o seu primeiro princípio da qualidade, reforçado pelo seu ciclo de melhoria contínua – o ciclo PDCA (Choi, 1995).

### O ciclo PDCA

A utilização do ciclo PDCA visa a procura permanente de novos métodos de melhoria, recorrendo a quatro fases: *Plan* (planear), *Do* (fazer), *Check* (avaliar), *Act* (Agir)

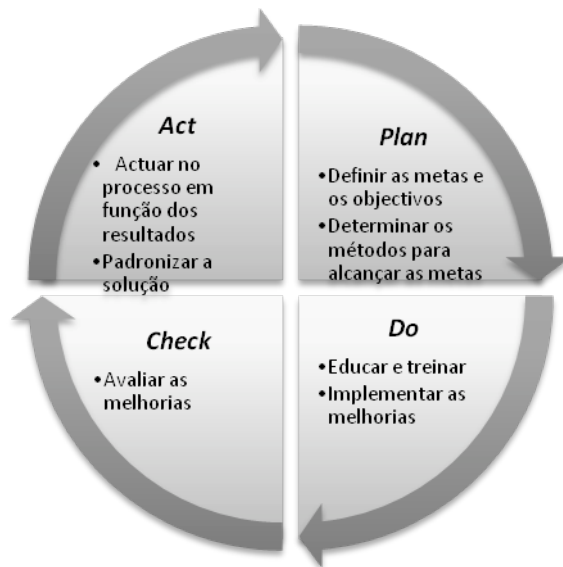


Figura 2 - O ciclo PDCA e as 4 fases associadas  
fonte: (adaptado de Kaoru, 1985)

(*Check*) avalia os resultados e procura entender se os objectivos impostos foram atingidos. Nesta fase é importante perceber se os resultados obtidos eram os

(figura 2). Na primeira fase (*Plan*) identifica-se e analisa-se o problema. Nesta fase estrutura-se também a mudança ou a melhoria por meio de um ensaio ou de uma experiência. O ciclo completo baseia-se nesta fase, pelo que é fundamental a sua boa planificação para o sucesso dos resultados futuros. Na segunda fase do ciclo (*Do*) realiza-se a experiência planeada na fase anterior, respeitando as definições impostas. A terceira fase

esperados e caso não o sejam perceber o porquê de tal acontecer. Na última fase do ciclo, e consoante os resultados obtidos, podem tomar-se várias decisões: escolher adoptar a mudança ou generalizar a experiência – padronizar; abandonar o estudo e voltar às mesmas condições iniciais; reiniciar o ciclo e mudar algumas condições iniciais (Massot, 1999). Na última fase a padronização da melhoria é bastante importante, pois é impossível melhorar qualquer processo até ele estar padronizado (Liker, 2004). A normalização permite estabilizar o processo sendo um factor essencial para a qualidade. Impede também que se volte ao estado inicial, ou seja aquele que existia antes da concretização da melhoria.

É, no entanto, de notar que na realidade empresarial, a primeira fase do ciclo é muitas vezes breve e a segunda excessiva. As organizações querem sempre tomar acções rápidas para conseguir resultados positivos a curto prazo, ganhando assim benefícios. Além da primeira fase do ciclo, também a quarta (e última) é demasiadas vezes ignorada. No entanto, e como já foi referido, essa parte do ciclo é crucial, pois é nela que são tomadas decisões importantes, particularmente ao nível da consolidação das melhorias e preparação do ciclo seguinte.

O ciclo PDCA permite dois tipos de acções correctivas: permanentes e temporárias. As primeiras têm como objectivo a eliminação das causas raízes do problema, ou seja, visam a sustentabilidade dos processos melhorados. Este primeiro tipo tem um carácter global. As segundas têm como objectivo a obtenção de resultados no sentido em que enfrentam e corrigem o problema. Este tipo é focalizado nos problemas encontrados tendo como objectivo a sua eliminação. Este último ponto traduz o papel de suporte do ciclo PDCA no chamado *Problem Solving*. Esta técnica usa uma metodologia bem definida para a resolução dos problemas, a qual consiste na eliminação das causas levando ao desaparecimento do sintoma e resolvendo, assim, o problema. É importante referir a necessidade de um cuidado redobrado para que as soluções de hoje não se tornem os problemas de amanhã. Pois implementar soluções de maneira fortuita pode conduzir a novos problemas.

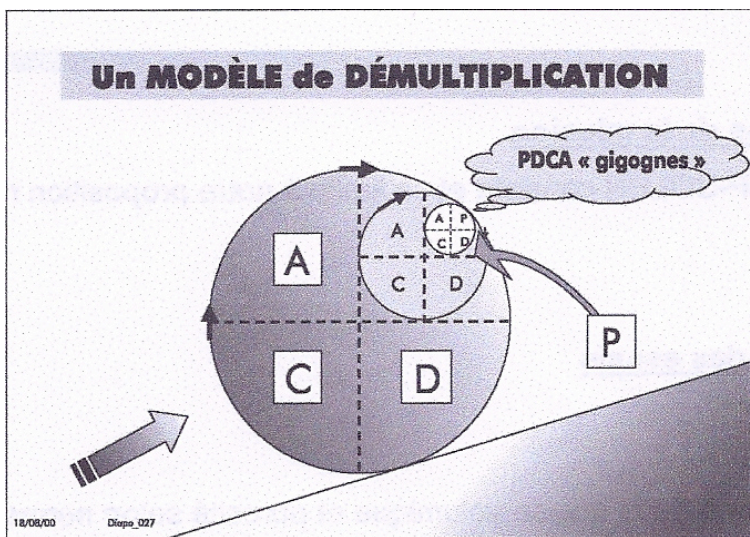


Figura 3 - Um modelo de desmultiplicação para o ciclo PDCA  
fonte: (Chardonnet & Thibaudon, 2003)

Quando se referiam ao ciclo PDCA, vulgarmente conhecido como a Roda de Deming, os Japoneses costumavam dizer: “Nós começamos por melhorar o que sabemos fazer mas ainda não suficientemente bem, de seguida inovaremos, mas não o contrário” (Chardonnet & Thibaudon, 2003). Para eles primeiro era preciso fazer rodar pequenas rodas, para depois se poderem rodar as grandes (figura 3).

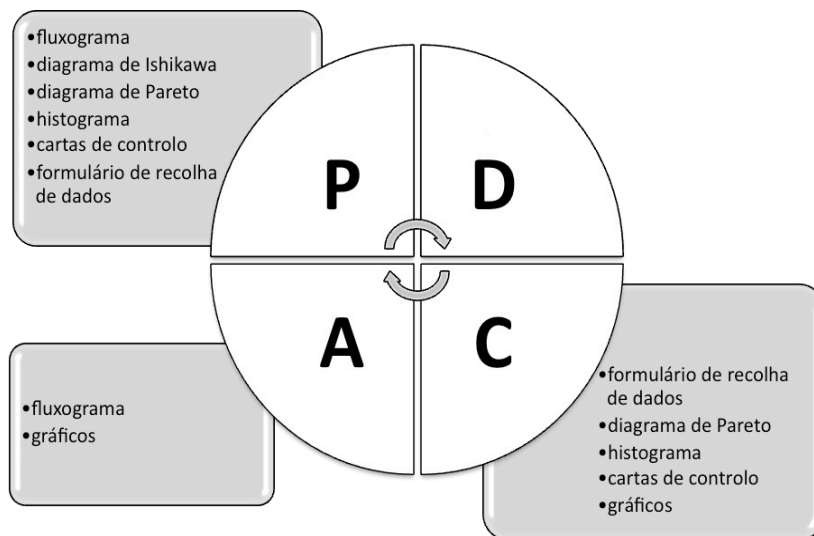
Na lógica do ciclo PDCA cada fase pode conter um pequeno PDCA que contribua para um PDCA maior. Neste sentido cada um, numa organização, é convidado a dar a sua contribuição, pois cada pessoa tem a missão de puxar a roda de Deming no caminho da melhoria contínua pelo meio de pequenas realizações concretas. O grupo em conjunto é que consegue rolar a grande roda de Deming no sentido da melhoria (Chardonnet & Thibaudon, 2003).

Na prática o uso do ciclo PDCA conduz ao desenvolvimento e implementação de planos de acção, em que para cada problema se identificam acções de melhoria a desenvolver, prazos para a sua implementação e responsáveis pelas mesmas. Estas acções são depois avaliadas e se os resultados forem positivos tornam-se práticas correntes da organização (Massot, 1999).

No dia-a-dia empresarial, o uso das 7 ferramentas básicas da qualidade (fluxograma, diagrama de Pareto, formulário de recolha de dados, histograma, cartas de controlo, gráficos e diagrama de causa-efeito) contribui para a análise e a identificação dos problemas encontrados. Segundo Aichouni e Benchicou (2004) e de acordo com Kaoru Ishikawa, 95% dos problemas de qualidade, em qualquer organização, podem ser resolvidos com o uso adequado destas ferramentas. No âmbito deste estudo usaram-se 4 destas ferramentas: o fluxograma, o diagrama de Pareto, o diagrama de causa e efeito e o formulário de recolha de dados. Cada uma delas teve um propósito bem definido para a boa execução do trabalho e para atingir os objectivos definidos.

O formulário de recolha de dados permite planejar, conduzir e analisar a recolha de dados. Esta ferramenta é a base para a utilização de algumas outras ferramentas da qualidade. Dessa maneira, a recolha dos dados para posterior análise deve ser bem estruturada e organizada para que qualquer pessoa alheia os possa examinar sem dificuldade. A qualidade da informação é um factor importante para conseguir atingir objectivos de melhoria e qualidade do processo (Saraiva & d'Orey, 1999). O fluxograma, por sua vez, ajuda na percepção e no controlo dos processos salientando onde se torna necessário introduzir melhorias. Esta ferramenta é valiosa na identificação do problema (Ganhão & Pereira, 1992). O diagrama de Pareto é bastante útil na tomada de decisão, isto é, a sua construção mostra geralmente que 20% das causas raízes engendram 80% dos problemas. Esta ferramenta mostra as categorias que devem ser o foco dos esforços de melhoria (Rooney, et al., 2009). Finalmente, o diagrama de causa e efeito identifica e documenta as causas e as subcausas de um problema. Desta maneira, se uma ou mais causas do problema são eliminadas ou minimizadas, a qualidade será melhorada (Clark, 2000).

A figura 4 mostra-nos em que fases do ciclo PDCA pode ser benéfico o uso das 7 ferramentas básicas da qualidade. A metodologia PDCA suportada com as ferramentas da qualidade pode levar a melhorias significativas dos processos (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2007).



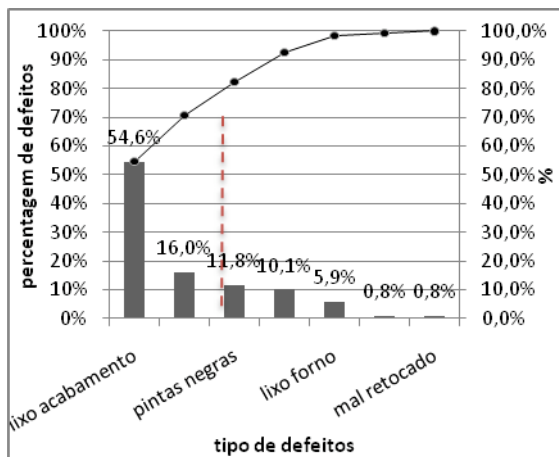
**Figura 4 - As ferramentas da qualidade associadas às fases do ciclo PDCA**  
 fonte: (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2007)

A utilização do diagrama dos 5 porquês também foi muito relevante no âmbito deste projecto, nomeadamente para definir a(s) causa(s) raíze(s) de um determinado problema. Esta abordagem inicia-se com a definição do problema em análise. De seguida, pergunta-se o porquê da sua ocorrência até à causa ou às causas raízes, e não apenas à causa óbvia, serem encontradas (Nelsen, 2003). Relativamente às outras ferramentas apresentadas anteriormente, nomeadamente o diagrama de Ishikawa, por ter o mesmo propósito, o diagrama dos 5 porquês conseguiu ser mais objectivo na procura da(s) causa(s) raíze(s) de um determinado problema como pode ser visto na secção seguinte deste artigo.

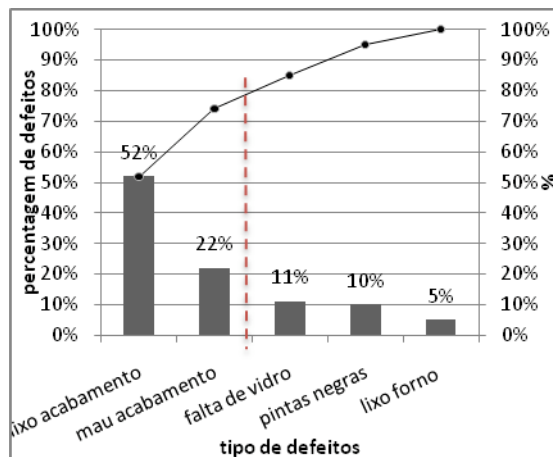
### **A melhoria da qualidade na Matcerâmica**

Numa primeira fase do projecto identificaram-se os principais problemas inerentes à linha Ikea. Neste sentido, a utilização de diagramas de Pareto (figura 5) permitiu identificar os principais defeitos existentes nas peças da linha Ikea: a falta de vidro e o lixo de acabamento. Numa segunda fase elaboraram-se os diagramas de Ishikawa relativos ao lixo de acabamento e à falta de vidro. Estes últimos permitiram identificar um conjunto de causas para ambos os problemas.

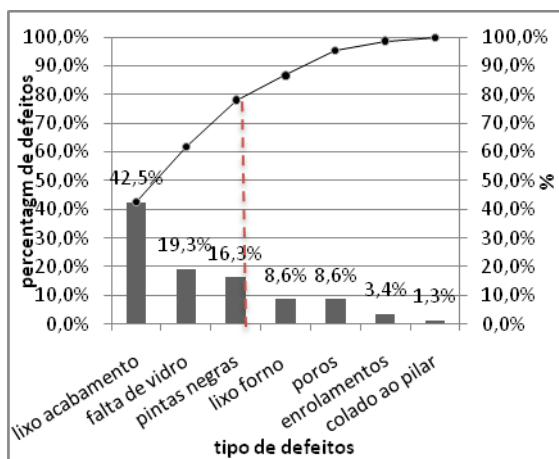
Prato raso



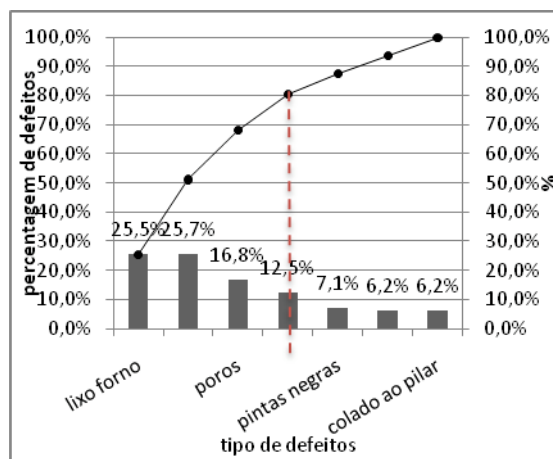
Prato sobremesa



Prato de sopa



Taça



Prato marcador

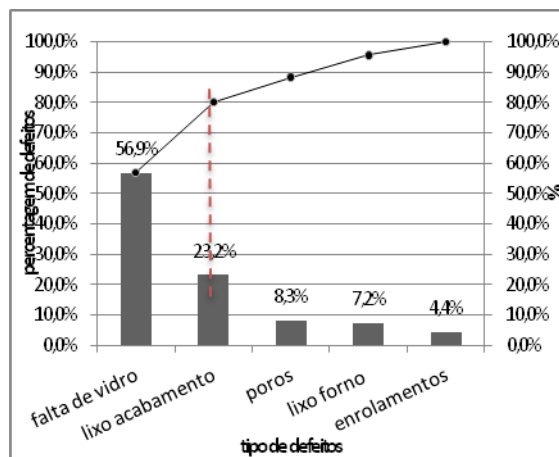


Figura 5 - Diagramas de Pareto por tipo de defeitos nas 5 peças da Ikea



## O problema do Lixo de Acabamento

O lixo de acabamento é um lixo que, por já estar presente na peça antes de ser vidrada, fica preso debaixo da camada de vidro aquando da sua aplicação, sendo visível depois da cozedura da peça, o que implica que a peça tenha que ser retocada.

A figura 6 ilustra o diagrama de Ishikawa relativo ao lixo de acabamento. Com a ajuda desta ferramenta e com a observação no chão-de-fábrica verificou-se que genericamente o lixo de acabamento ocorre devido aos pratos sujos que entram na máquina de vidrar.

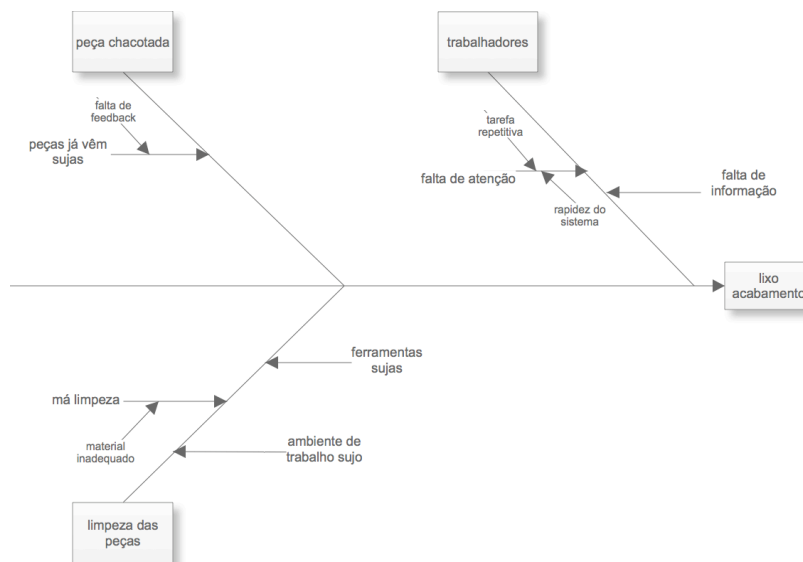
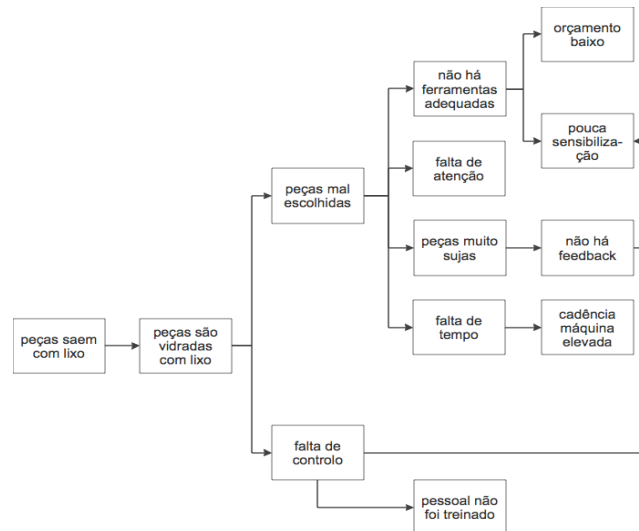


Figura 6 - Diagrama de Ishikawa relativo ao problema do lixo de acabamento

A primeira acção de melhoria prendeu-se, então, com o intensificar do *feedback* relativamente ao problema do lixo para as secções a montante. De seguida, implementou-se um processo mais rígido de escolha dos pratos e sensibilizaram-se os trabalhadores para o uso de ferramentas adequadas e de um ambiente de trabalho limpo. Estas primeiras acções foram satisfatórias no trabalho quotidiano dos trabalhadores. No entanto, ao nível dos indicadores diários de retoque e da percentagem de lixo encontrado a acção de melhoria implementada não produziu efeitos.

Consequentemente, voltou-se ao início do ciclo PDCA e iniciou-se uma segunda fase de acções e ensaios. O objectivo principal era inferir o porquê da presença de lixo nos pratos, ou seja, se acontecia antes, durante ou depois do processo de vidração. Depois de algumas experiências viu-se que era devido unicamente à má limpeza dos pratos antes de entrar na máquina de vidrar. Para tal, desenvolveu-se um diagrama dos 5 porquês para entender melhor o problema (figura 7).



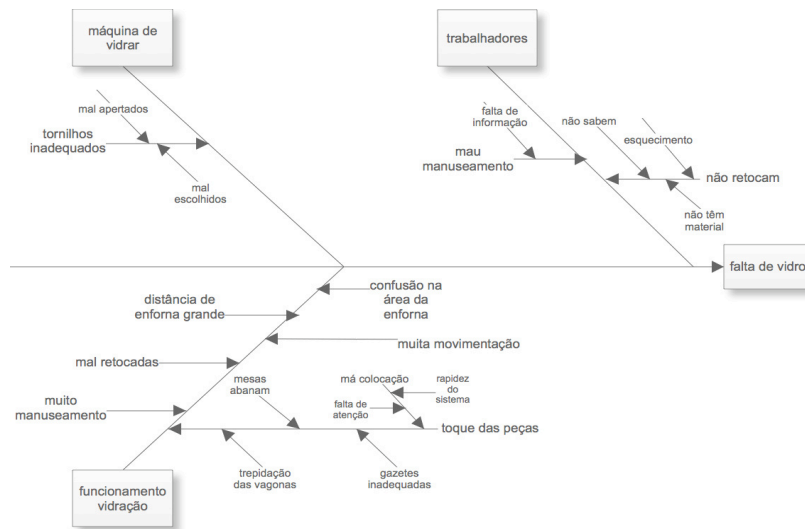
**Figura 7 - Diagrama dos 5 porquês relativo ao problema do lixo**

Este diagrama permitiu fazer a ligação às causas potenciais da existência de lixo nas peças, das quais se destacam duas: o pessoal não treinado e a pouca sensibilização. Portanto, um dos pontos importantes era que as pessoas não sabiam identificar as peças com anomalia. Muitas das peças com lixo podiam ser visíveis nos outros postos de trabalho da máquina de vidrar, mas não eram retiradas pelos operadores por não saberem que o deviam fazer ou que o deviam comunicar. Portanto, alertou-se os colaboradores no sentido de não deixarem passar defeitos para a frente. As melhorias relativamente a estas acções foram imediatamente perceptíveis nos indicadores diários. Estas melhorias foram implementadas nos 2 turnos da vidração conseguindo-se ter resultados satisfatórios. Todas as acções apresentadas foram padronizadas por meio de normas visuais, assinadas pelos colaboradores como prova do seu entendimento.

### *O problema da Falta de Vidro*

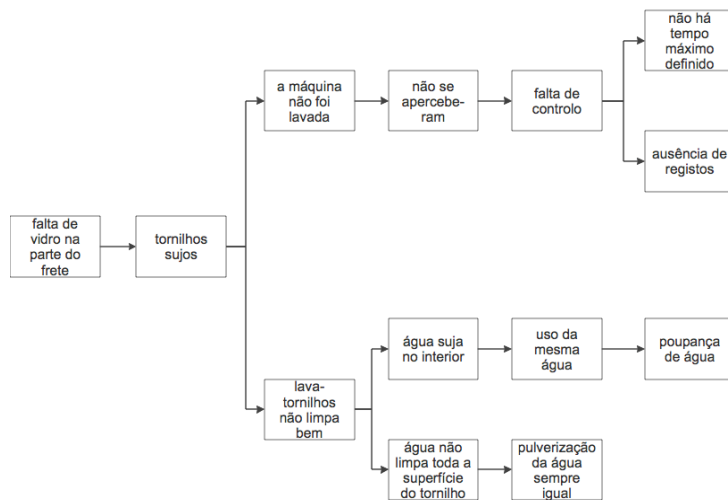
Como mostra o diagrama de Ishikawa a falta de vidro resulta geralmente do mau manuseamento das peças já vidradas (figura 8). A sensibilização dos colaboradores para o problema foi o ponto de partida em termos de acções de melhoria. Relativamente a este problema a formação dos trabalhadores é indispensável, bem como um controlo contínuo da evolução deste defeito. A falta de vidro está intimamente ligada à forma como as pessoas trabalham, pelo que comunicar esta evolução aos colaboradores pode ser benéfica para melhorias futuras.

No decorrer do estágio ocorreram problemas específicos ao nível da falta de vidro, pelo que se recorreu ao diagrama dos 5 porquês de maneira a analisar pormenorizadamente o problema e procurar encontrar soluções para o mesmo.



**Figura 8 - Diagrama de Ishikawa relativo à falta de vidro**

Um dos primeiros problemas identificados tinha a ver com a ocorrência de falta de vidro na zona do frete na taça (figura 10). Com o surgimento deste problema elaborou-se o diagrama dos 5 porquês apresentado na figura 9.



**Figura 9 - Diagrama dos 5 porquês relativamente ao problema da falta de vidro na parte do frete**

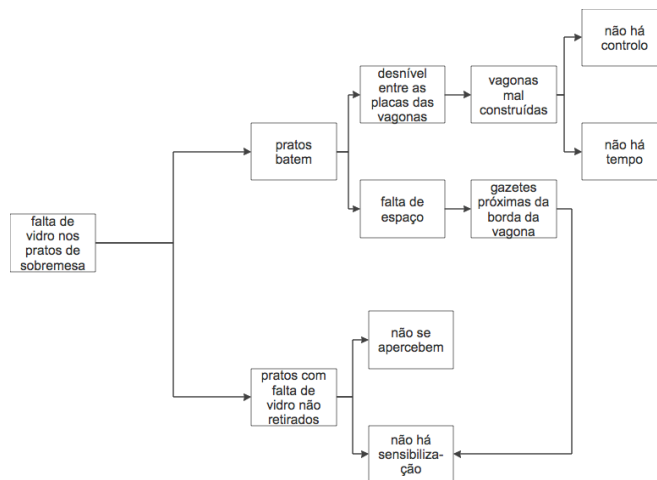
A análise deste problema deu origem ao respectivo plano de acção, constituído pelas acções definidas para o solucionar. No caso deste problema houve uma falha na limpeza geral da máquina, ou seja, a máquina em questão funcionou durante uma semana sem ser lavada, em vez de num máximo de 5 dias. Instalou-se, portanto, um

sistema para otimizar a lavagem dos tornilhos e criou-se um registo das limpezas feitas às máquinas. As melhorias relativamente a este problema foram perceptíveis no chão de fábrica, mas também nos indicadores gerais de retoque.



**Figura 10 - Falta de vidro na zona do frete**

O segundo problema em análise teve a ver com a excessiva percentagem da falta de vidro no prato de sobremesa. Esta ocorrência foi relacionada com o novo meio de enforna destes pratos. Para além de serem enfornados em gazetes decidiu-se que, por serem mais pequenos que os outros, poderiam também ser enfornados debaixo delas. Os dados recolhidos após esta alteração provaram que os pratos de sobremesa enfornados desta maneira apresentavam uma alta taxa de defeitos, um dos quais a falta de vidro. No sentido de entender melhor o problema foi desenvolvido o diagrama dos 5 porquês apresentado na figura 11.



**Figura 11 - Diagrama dos 5 porquês relativo à falta de vidro nos pratos de sobremesa**

Com o diagrama dos 5 porquês percebeu-se que os pratos tocavam nas gazetes porque estas últimas são colocadas entre duas placas que não se encontram ao mesmo nível. Outro aspecto relevante acontece quando as gazetes são colocadas demasiado próximo da borda da placa. Se numa primeira situação a gazete for colocada demasiado próximo da borda, a colocação do prato será mais difícil sendo preciso um

cuidado redobrado. Por outro lado, a colocação dos pratos é rápida, ou seja, nessa situação o risco de toque é mais alto. Se as gazetes forem mais afastadas da borda o risco diminui. Com o aumento do espaço, pode já colocar-se a zona do frete na placa para depois arrastá-lo para a frente até estar debaixo da gazete. Ambas as situações apresentadas requerem a chamada de atenção e a formação das pessoas. Além disso, um controlo rigoroso dos pratos enfiados deve ser implementado para conseguir perceber a evolução do estado dos pratos.

### **Conclusões**

No que diz respeito às melhorias temporárias, isto é, à implementação de soluções imediatas para os problemas encontrados, os resultados foram satisfatórios. Foi possível, pelo meio da metodologia PDCA e das ferramentas apresentadas, diminuir estas ocorrências. No entanto, as medidas tomadas devem ser continuamente acompanhadas e controladas. Relativamente às melhorias permanentes, o trabalho desenvolvido não foi suficiente para atingir resultados significativos ao nível do retoque dos pratos da Ikea. Os únicos resultados positivos relacionam-se com o problema do lixo de acabamento, onde se conseguiu minimizar o problema pelo meio das acções tomadas. O problema geral da falta de vidro irá necessitar, para acções futuras, de um alto empenho dos colaboradores mas também da organização no seu todo.

Várias dificuldades surgiram durante o desenvolvimento do projecto, destacando-se a dificuldade na aceitação das mudanças por parte dos trabalhadores e na integração do conceito de qualidade no chão de fábrica. Ambas se relacionam e podem ser melhoradas pela motivação e pelo empenho dos trabalhadores. São também dificuldades que podem ser associadas à necessidade do trabalho em equipa dentro de uma organização e ao envolvimento das pessoas. Uma equipa tem de possuir uma missão, a autoridade adequada e estar virada para os resultados. Estas equipas, quando em funcionamento, podem tornar-se pilares na melhoria da qualidade e da produtividade dentro de uma organização (Creech, 1998).

O ciclo PDCA, complementado com as ferramentas básicas da qualidade, revelou-se uma boa metodologia para a resolução dos problemas identificados, contribuindo para a melhoria da qualidade do processo de vidração. No entanto, a sustentabilidade das melhorias alcançadas exigirá muita disciplina e o recurso a mão-de-obra qualificada. A melhoria da qualidade acontece pelo bom uso de ferramentas e metodologias aliadas a uma força humana capaz e motivada. Para tal, a motivação é um factor chave para a criação de uma mentalidade da qualidade dentro de uma organização, é o motor da melhoria (Creech, 1998).

A empresa em questão, como tantas empresas do sector da cerâmica, apoia-se em processos tradicionais e no *know-how* dos seus colaboradores. Esta força de trabalho não pode ser desperdiçada, uma vez que constitui o maior potencial da empresa. Sendo assim, é fundamental desenvolver o trabalho em equipa dentro da organização, o que traz vantagens no longo prazo, nomeadamente na forma como trabalham e

interagem as pessoas umas com as outras. Finalmente é necessário uma abordagem holística ao englobar tudo e todos com o objectivo de conseguir atingir melhorias significativas.

## Referências

- Aichouni, M., & Benchicou, S. (2004). Back to Basis - The seven basic quality tools and their applications in manufacturing and services. *Quality Progress*.
- Chardonnet, A., & Thibaudon, D. (2003). *Le guide du cycle PDCA de Deming - progrès continu et management*. Paris: Éditions d'organisation.
- Choi, T. (1995). *Conceptualizing continuous improvement: implications for organizational change*. Bowling Green: Elsevier Science, Ltd.
- Clark, J. T. (2000, junho). Getting the most from cause and effect diagrams. *Quality Progress*.
- Creech, B. (1998). *Os cinco pilares do TQM*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Garvin, D. A. (1988). *Managing quality - The strategic and competitive edge*. New York: The Free Press.
- Goetsch, D. L., & Davis, S. (1994). *Introduction to total quality - quality, productivity, competitiveness*. New York: Prentice Hall International Editions.
- Imai, M. (1986). *Kaizen - The key to Japan's competitive success*. New York: Random House Business Division.
- Massot, F. (1999). La dynamique PDCA dans une entreprise. *Une philosophie de l'action pour le XXIème siècle - Conférence annuelle* (pp. 1 - 4). Paris: Association Française Edwards Deming.
- Nelsen, D. (2003, Setembro). To find the root cause, that's why. *Quality Progress*, 104.
- Paliska, G., Pavletic, D., & Sokovic, M. (2007). Quality tools - systematic use in process industry. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 25 (1), 79 - 82.
- Pereira, Z., & Requeijo, J. (2008). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*. Lisboa: Prefácio - Edição de Livros e Revistas, Lda.
- Rooney, J. J., Kubiak, T. M., Westcott, R., Dan Reid, R., Wagoner, K., Pylipow, P. E., et al. (2009, Janeiro). Building from the basis - master these quality tools and do your better. *Quality Progress*, 19 - 29.
- Saraiva, P. M., & d'Orey, J. (1999). *Inovação e qualidade*. Porto: SPI.
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Kern Pipan, K. (2010). Quality improvement Methodologies - PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 476 - 483.