

COMPROMISSO COM A SUSTENTABILIDADE E O MEIO AMBIENTE

A empresa brasileira Docol é conhecida pela excelente qualidade de seus produtos e tem a sustentabilidade como um de seus valores mais importantes. Com esta visão, a empresa está investindo na simulação de processos de fundição para desenvolver soluções que minimizem o consumo de material e desperdícios no processo de fabricação.

Um estudo de caso ilustra como a Docol foi capaz de reduzir as taxas de refugo usando simulação numérica via MAGMASOFT®. A Figura 1 mostra o conjunto “Monocomando Lift”, onde o “Lift” é fundido em liga de cobre e zinco, utilizando o processo LPDC (*Low Pressure Die Casting* - Fundição em Baixa Pressão), ao qual apresentava problemas sistemáticos (trincas a quente).

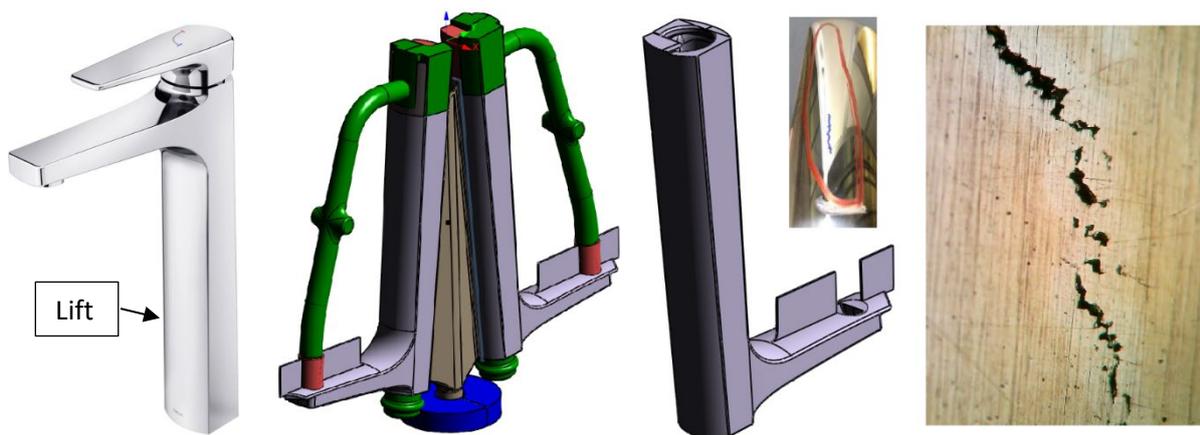


Figura 1 – Monocomando Lift, etapas do processo e defeito resultante

O objetivo da colaboração com a MAGMA foi encontrar a causa do problema e propor soluções utilizando-se de experimentação virtual para solução do mesmo.

Diversas possibilidades foram investigadas usando DoE (*Design of Experiments*) no MAGMASOFT®. O objetivo foi analisar a influência dos parâmetros de espessura e raios no canal de ataque e espessura da parede da peça.

No processo de fundição, os efeitos são muitas vezes opostos: o que é bom para o “objetivo A” pode ser contraproducente para o “objetivo B”. No presente estudo de caso, por exemplo, não era permitido aumentar o rechupe na área crítica. Através do processo de otimização, foi possível definir de forma robusta o projeto e processo para o componente.

A opção mais eficaz foi alterar a espessura da parede do componente para assim reduzir o volume de fração líquido da área ao final da solidificação, bem como a taxa de deformação local (*Max Principal Strain Rate* [%/s]). A Figura 2 mostra um comparativo entre a o conceito inicial do projeto (v08) e a versão otimizada (v20).

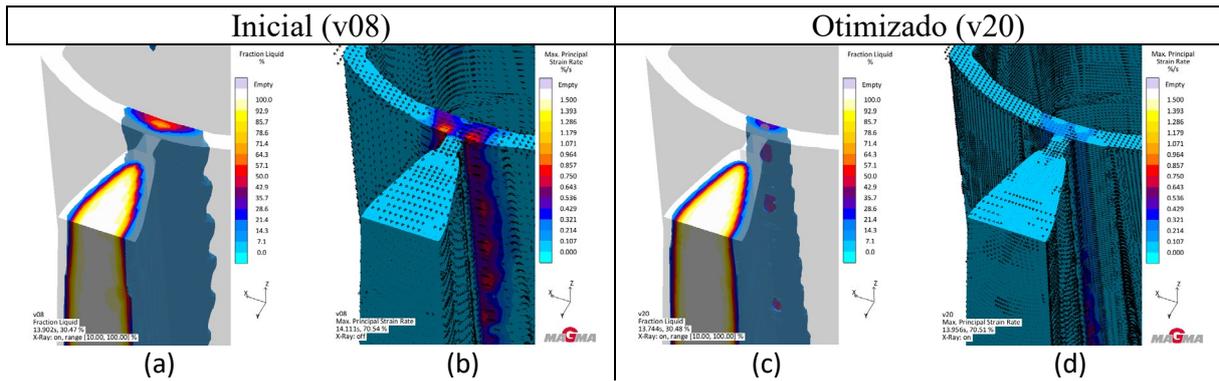


Figura 2 – Comparativo da versão original e otimizada (a) *Fraction Liquid* [%] v08, (b) *Max. Principal Strain Rate* [%/s] v08, (c) *Fraction Liquid* [%] v20 e (d) *Max. Main Strain Rate* [%/s] v20

A alteração no projeto reduziu o refugo em 70% e o peso do componente em 8%. Além da redução da ocorrência em questão, houve outros benefícios que também são importantes para a empresa. A redução do refugo reduz o consumo e o descarte de areia e resinas que acabariam em aterros industriais. Quando falamos de recursos otimizados neste processo, estamos nos referindo também a água, eletricidade, agentes de polimento e GLP.

O segundo estudo foi referente ao componente "Choice" (Figura 3a). O defeito de gás de macho tornava-se visível após o processo de usinagem, no lado superior do componente, sendo que este se estendia por toda espessura da parede local (Figura 3b e Figura 3c).

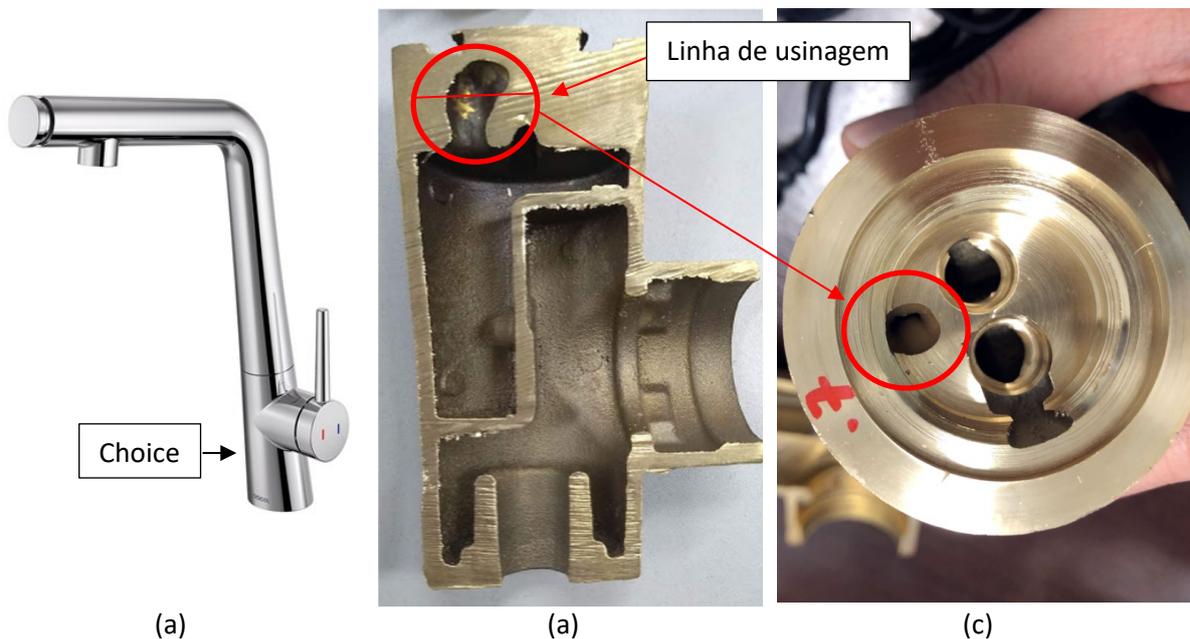


Figura 3 - "Choice" (a) Montagem do conjunto, (b) vista em seção do defeito e (c) vista superior após usinagem

Primeiramente o defeito foi reproduzido utilizando o MAGMASOFT®. O projeto (Fig. 4a e 4b) e processo foram reproduzidos em ambiente virtual e o defeito foi correlacionado com o resultado de "Current Core Gas Defect Risk on Cast" [mbar], demonstrado na Fig. 4c.

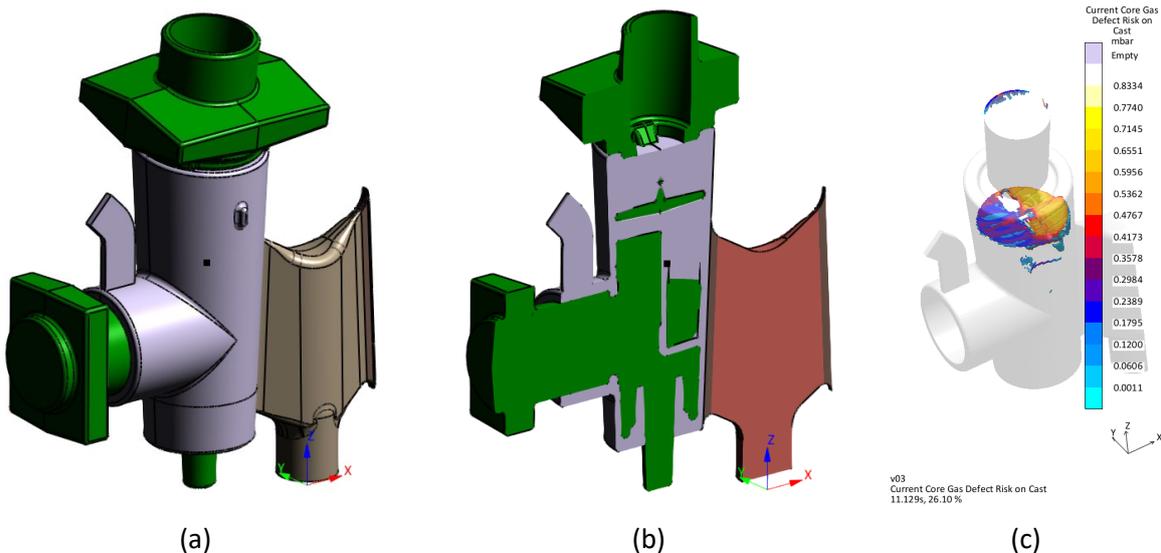


Figura 4 – Etapa de correlação (a) visualização do conceito do projeto, (b) visualização do projeto em corte e (c) correlação do defeito por simulação

Acima de uma certa temperatura, a resina do macho se degrada, perdendo assim sua integridade estrutural e produzindo gases. Este gás pode ficar aprisionado na peça fundida se não houver uma saída para o meio externo, sendo o defeito resultante conhecido como gás de macho.

Alterações geométricas resultaram em ventilação insuficiente para o meio externo, portanto o passo seguinte foi investigar as curvas de pressão do processo LPDC. A Figura 5a mostra a curva utilizada em prática de fundição na ocorrência do defeito e a Figura 5b a curva otimizada.

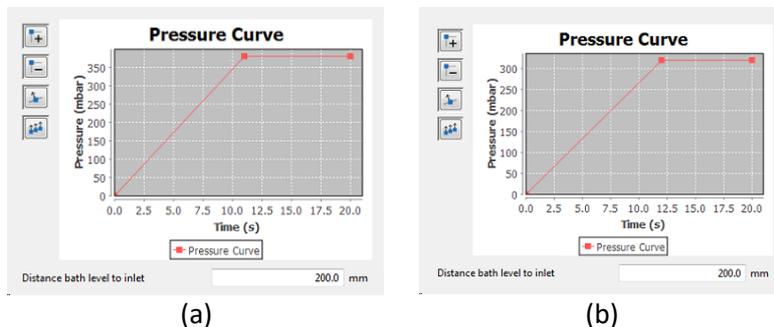


Figure 5 – Curvas de pressão no processo LPDC (a) curva de pressão original – v03 e (b) curva de pressão otimizada – v04

Diferentes curvas de pressão podem afetar diretamente outros resultados no processo LPDC, tais como a distribuição de temperatura [°C], o que pode levar a um defeito de “solda fria”, ou seja, o preenchimento incompleto ou falho da cavidade do molde. Além disso, pode ocorrer o aprisionamento e formação de bolhas de ar. Sendo este extremamente crítico para a qualidade final do produto aqui investigado.

Para avaliar a formação de gás de macho, foi utilizado o resultado de *Current Core Gas Defect Risk on Cast* [mbar], ver Figura 6a (v03), onde foi observado o acúmulo de pressão na área crítica. Com a curva otimizada (Figura 5b), este acúmulo não ocorreu (Figura 6b), bem como na Figura 8c com uma mudança geométrica adicional do produto.

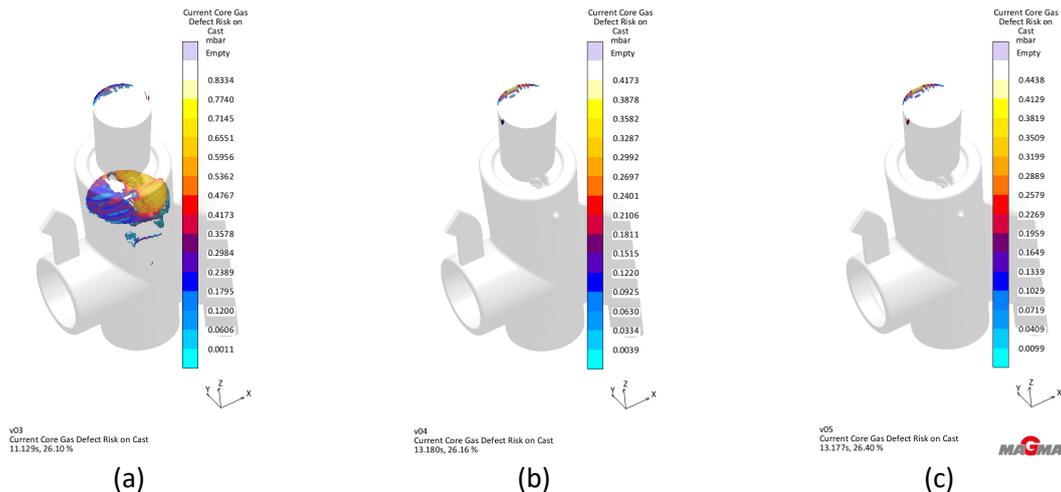


Figure 6 - *Current Core Gas Defect Risk on Cast* [mbar] (a) referência - v03, (b) curva otimizada - v04 e (c) curva otimizada com modificação geométrica – v05

Com a alteração da curva e da geometria do componente outros resultados também precisaram ser reavaliados. Portanto, na Figura 7, o resultado *Air Entrapment* [%] foi utilizado para validar as alterações programadas.

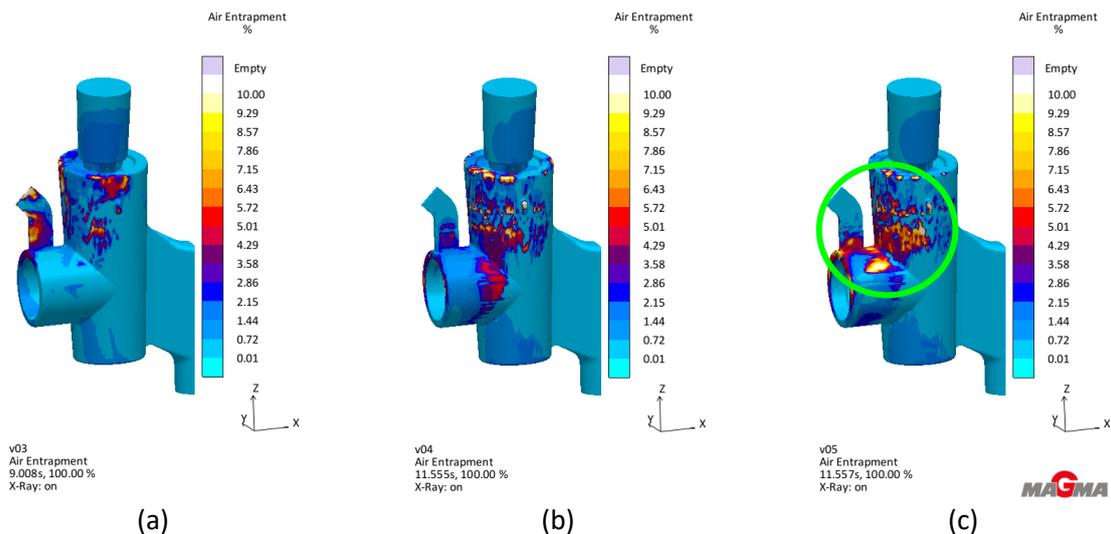


Figura 7 - *Air Entrapment* [%] (a) referência - v03, (b) curva otimizada - v04 e (c) curva otimizada com modificação geométrica – v05

Com a curva de pressão alterada, a porcentagem de ar aprisionado aumentou (Figura 7b). Esta alteração, juntamente com a modificação da geometria (espessura da parede lateral), agravou o defeito na área destacada da Figura 7c.

Após estabelecer os novos parâmetros (curva LPDC otimizada) e implementar o conceito, os resultados práticos foram analisados. As figuras 8a e 8b mostram o produto, agora sem o defeito anteriormente observado. A Figura 8c mostra o produto liberado, sem o defeito de gás do macho. Além disso, o aprisionamento de ar não foi crítico.

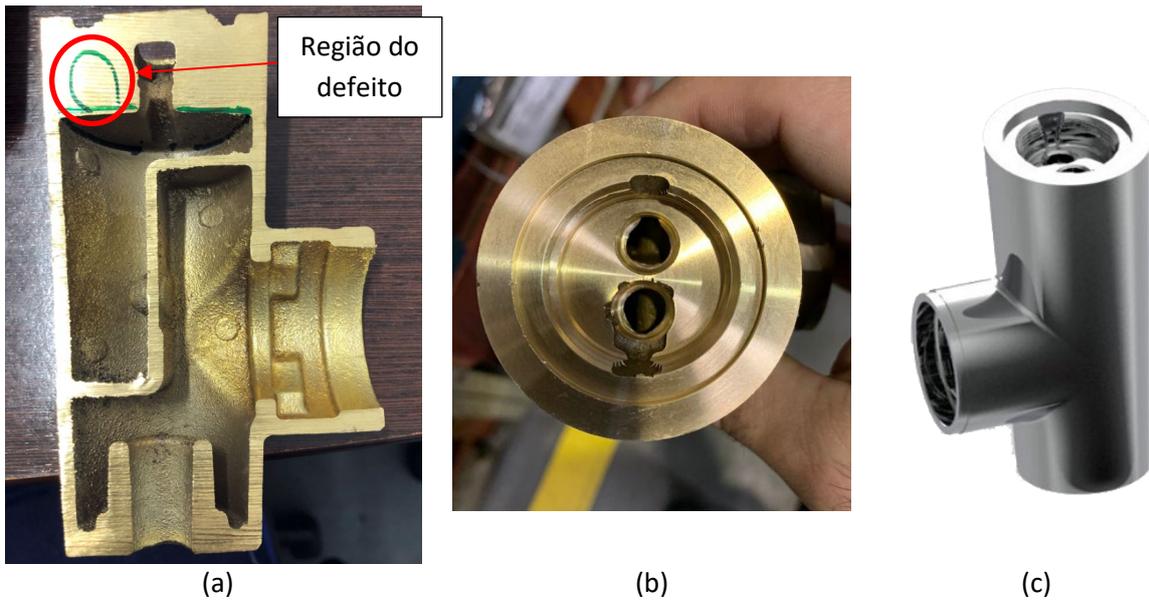


Figure 8 - "Choice" (a) área do defeito (b) vista superior após usinagem e (c) componente liberado

O processo de otimização utilizando MAGMASOFT® forneceu dados importantes para uma tomada de decisão robusta e ágil, atacando a causa raiz do problema e avaliando efeitos colaterais aos quais a alteração poderia impactar.