

INFLUÊNCIA DE DEFEITO SUPERFICIAL ORIGINADO NO BANHO DE ZINCO POR IMERSÃO A QUENTE, DENOMINADO GRÃO DE ZINCO, NAS APLICAÇÕES EM PEÇAS EXPOSTAS PARA SEGMENTO AUTOMOTIVO¹

Alexandre Rocha Lopes²

Resumo

Este trabalho teve como principal objetivo propor alterações no critério de julgamento de qualidade para o defeito superficial denominado Grão de Zinco, em bobinas galvanizadas por imersão a quente, através da análise técnica dos resultados obtidos com o uso interno da prensa de estampagem da ArcelorMittal VEGA. A análise do julgamento de qualidade do defeito Grão de Zinco após o teste com a prensa de estampagem permitiu concluir que o alongamento aplicado no Laminador de Encruamento da Linha de Galvanização por Imersão a quente é diretamente proporcional a nocividade do defeito Grão de Zinco após estampagem Interna, esta conclusão possibilitou o surgimento de uma nova variável a somar-se com as demais na tratativa de bobinas bloqueadas pelo defeito, resultando em ganhos na redução do tempo de tratativa de bloqueios por este defeito bem como reduções no próprio volume de bloqueio.

Palavras-chave: Grão de zinco; Prensa de estampagem; Indústria automotiva; Laminador de encruamento.

INFLUENCE OF SURFACE DEFECT COMING FROM HOT DIP GALVANIZED ZINC BATH, CALLED GRAIN ZINC, FOR AUTOMOTIVE OUTER PANELS

Abstract

This study has a proposal to do some changes of zinc grain quality criteria in hot dip galvanized coils, through the technical analysis results collected after use of ArcelorMittal VEGA press machine. The analysis has showed the direct influence of HDG skin pass elongation on the consequence of zinc grains gravity.

Key words: Zinc grain; Press stamp; Automotive segment; Skin pass mill.

¹ Contribuição técnica ao 49º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 22 a 25 de outubro de 2012, Vila Velha, ES, Brasil.

² Especialista Controle de Qualidade da ArcelorMittal VEGA

1 INTRODUÇÃO

Ao longo de todo processo siderúrgico os defeitos superficiais fazem parte da cadeia produtiva do aço, do Alto Forno e Aciaria até a laminação a frio, da qual a ArcelorMittal Vega, ações são executadas objetivando a redução destes defeitos e seus impactos no produto final.

Desde a década de 1990, com o advento das linhas de Galvanização por eletrólise ou imersão a quente, ampliou-se o estudo e a qualificação destes defeitos superficiais, sempre objetivando o menor risco de aplicação no cliente. Dentre estes defeitos superficiais, no âmbito de bobinas de aços planos galvanizadas por imersão a quente, podemos destacar o Grão de Zinco.

O defeito Grão de Zinco, cuja sigla adotada na ArcelorMittal VEGA é PGZN, dependendo da forma de sua apresentação, é considerado como não conforme para o segmento automobilístico em aplicações (peças) “expostas” tais como teto, capô, para-lama, porta externa. O resultado deste defeito na aplicação do cliente apresenta-se na forma de “caroços” (relevos) após a estampagem, ainda visíveis mesmo após o processo de pintura final destas peças.

1.1 Questão Problema

O critério atual de qualificação para o defeito superficial denominado de PGZN (Grão de Zinco) leva em consideração a espessura do substrato e determinados tipos de aplicações finais no cliente, mesmo em peças expostas, nos quais ou possuem uma perda de área de superfície consideráveis após as estampagens, caso aplicações tais como lateral externo, ou possuem as chamadas peças semi-expostas, com áreas expostas bem reduzidas. O restante das bobinas bloqueadas pelo defeito Grão de Zinco, contempladas neste estudo e que não possuam as características citadas acima, são passíveis de bloqueios pelo referido defeito e conseqüentemente com chances de envio para a prensa de estampagem.

Análises internas demonstram que nas bobinas enviadas para a prensa de estampagem, partes são consideradas conformes após a estampagem pelo defeito PGZN, ou seja, não apresentam caroços após a estampagem ou até mesmo possuem caroços (relevos) quase que imperceptíveis.

Dentro desse contexto, a pergunta de pesquisa que orientou este trabalho é: Quais são as características de processo destas bobinas que podem justificar diferenças quanto à aprovação do defeito?

1.2 Justificativa

Em média 60% das bobinas bloqueadas pela inspeção de Qualidade em ArcelorMittal VEGA e levadas a prensa pelo defeito PGZN (Grão de Zinco) apresentam caroços considerados não conformes após a estampagem interna. Com o conhecimento das características de processo destas bobinas espera-se a redefinição do critério de qualificação para este defeito, evitando-se assim o tempo gasto em análises de decisão de qualidade.

Entre Janeiro de 2010 a maio de 2011 foram validadas através do uso da prensa interna de estampagem o equivalente a 140 bobinas, 1.400 t, conforme mostrado na Figura 1, sendo que destas 580 t (40%) foram consideradas conformes e 820 t (60%) consideradas não conforme para envio ao cliente final.

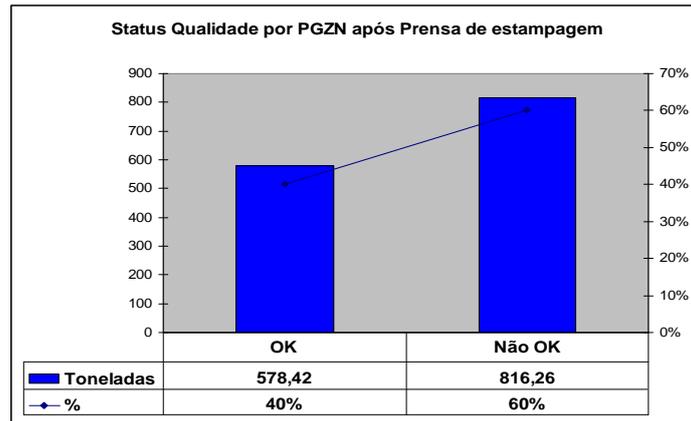


Figura 1: Avaliação Qualidade após estampagem por PGZN.

1.3 Objetivo Geral

Alteração do critério de Julgamento de bobinas galvanizadas por imersão a quente, bloqueadas pelo defeito superficial denominado PGZN (Grão de zinco), com base nos resultados obtidos através do uso Prensa de Estampagem Interna da ArcelorMittal VEGA e características metalúrgicas do material.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo tem como objetivo fundamentar os estudos a serem realizados para que se obtenha uma otimização no critério de avaliação do defeito superficial denominado PGZN (Grão de Zinco), no processo de galvanização a quente da ArcelorMittal VEGA.

2.1 Administração da Qualidade do Produto

O conceito de qualidade surgiu em 1970 com o renascimento da indústria japonesa, que a usou como arma de vantagem competitiva. Já “nos dias atuais a qualidade está no conceito de gerenciamento das empresas, pois não há como sobreviver no mercado sem qualidade.” (Martins e Laugeni, p.498)⁽¹⁾

Assim, seguindo a linha de gerenciamento, Moreira (p.552)⁽²⁾ conceitua qualidade em dois âmbitos: qualidade de conformação e qualidade de projeto:

Qualidade de conformação é o maior ou menor grau em que um produto, serviço ou atividade é feito ou desempenhado de acordo com um padrão ou especificações estabelecidos; é a relativa ausência de defeitos em relação ao padrão especificado.

Qualidade de projeto diz respeito às características particulares do projeto de um produto, serviço ou atividade que lhe conferem um grau de desempenho mais ou menos abrangente, melhor ou pior, mais ou menos sofisticado etc.

A partir destes conceitos pode-se verificar que a qualidade é ponto de atenção fundamental para qualquer empreendimento, e não apenas na questão de conformação do produto de acordo com a especificação, mas também com a qualidade que é dada ao produto em seus serviços correlacionados, tais como o tempo de entrega do produto ao cliente. Tratando-se de bloqueios de bobinas por defeitos superficiais, este tempo fica comprometido na medida em que a análise requer tempo para ser realizada. Dentre os defeitos superficiais, encontra-se o PGZN (Grão de Zinco), aonde o fluxo de critério de julgamento após bloqueio é apresentado na Figura 2.

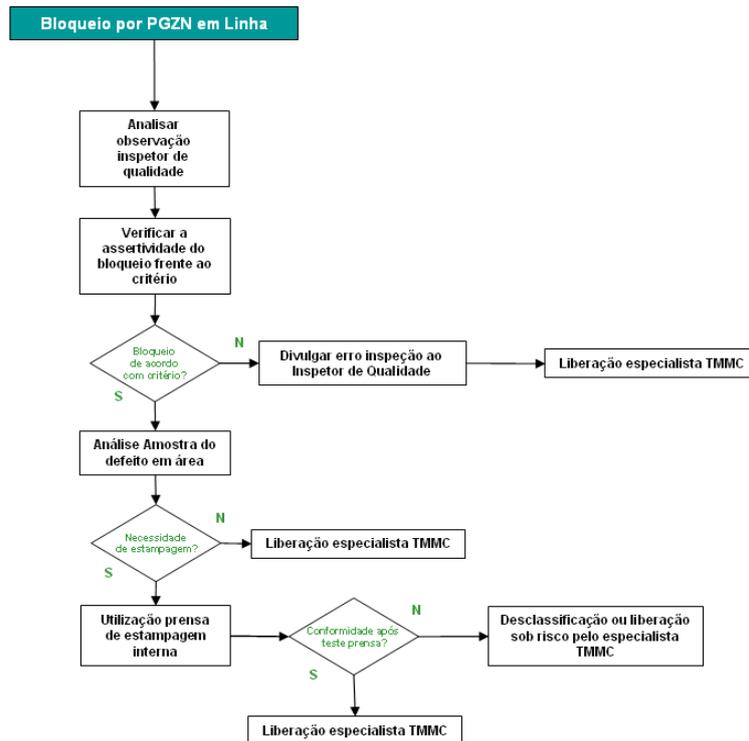


Figura 2: Fluxo Critério de julgamento PGZN (Grão de Zinco) após bloqueio.

2.2 Melhoria Contínua

Em sintonia com as atuais demandas de mercado, com exigências em reduções de custos e melhoria da qualidade, torna-se imprescindível que as organizações adotem políticas de melhoria contínua para todas as suas áreas funcionais.

Segundo Martins e Laugeni,⁽¹⁾ a melhoria contínua da qualidade foi o principal artifício utilizado pelas empresas japonesas na conquista de mercados. O autor indica que os esforços realizados nesta área possuem um duplo benefício, sendo que além da satisfação do cliente, há também uma redução de custos de produção.

Este é um foco do qual é importante ressaltar, sendo que uma readequação do critério de julgamento de bloqueios pelo defeito PGZN (Grão de Zinco) trará benefícios, não somente ao cliente que receberá o produto adequado ao uso, mas também para os processos internos, os quais terão melhorias na redução do tempo em homem/ hora dedicada a tratativa de qualidade para este tipo de bloqueio.

2.3 Prensa de Estampagem

Para Schaeffer,⁽³⁾ o processo de fabricação que envolve as operações de conformação de chapas metálicas, tem sua origem na siderurgia, com os produtos oriundos do processo de laminação a frio. Os produtos fabricados através deste processo destinam-se para uma infinidade de ramos industriais, partes destes produtos destinam-se a indústria automobilística, aonde o processo de estampagem é utilizado.

Na última década, as empresas siderúrgicas do grupo ArcelorMittal tem investido em equipamentos que simulam a aplicação do produto no cliente bem antes deste produto ser entregue para o mesmo. Dentre estes equipamentos, para o

segmento automobilístico, podemos destacar a Prensa de estampagem de uso interno. Este tipo de prensa simula uma estampagem média no cliente, o suficiente, para definir a liberação de defeitos, em que se desconhece a nocividade após sua aplicação. Dentre destes defeitos encontra-se o PGZN (Grão de Zinco), defeito gerado no processo de Galvanização a Quente da ArcelorMittal Vega.



Figura 3: Visão geral da prensa de estampagem ArcelorMittal Vega.



Figura 4: Estampo produzido pela prensa de estampagem ArcelorMittal Vega (500 x 500 mm)

2.4 Grão de Zinco (PGZN)

O defeito superficial denominado PGZN (Grão de Zinco) ocorre em materiais Galvanizados por imersão a quente do tipo GI (camada de zinco/alumínio sobre a tira). O defeito é formado dentro da junta líquida de zinco, denominado pote de zinco. A tira de aço, ao entrar em contato com o zinco líquido acarreta a dissolução do ferro (Fe) presente nesta tira com o alumínio (Al) do banho de zinco, formando a denominada borra de superfície (Figuras 5 e 6).

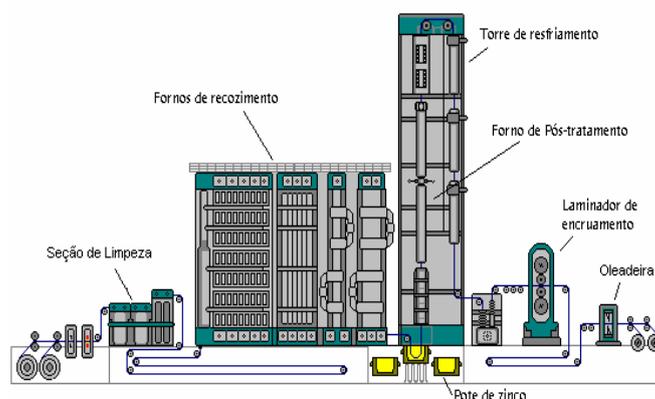


Figura 5: Esquema produção Galvanização a Quente.

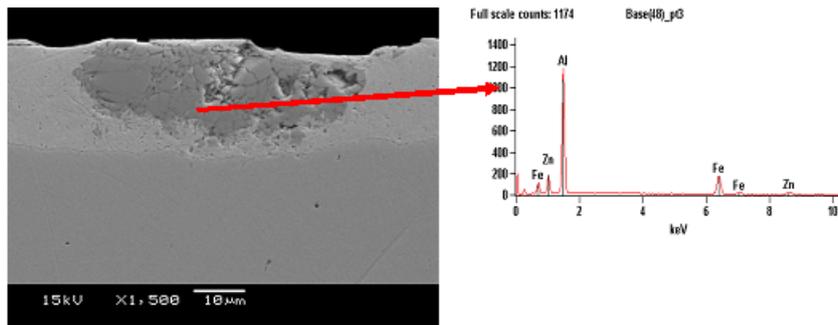


Figura 6: Seção Transversal do Defeito PGZN e sua composição Química;

O Grão de Zinco é uma partícula de tamanho entre 0,5 mm a 2 mm que, após a passagem no pote de zinco, deposita-se entre o revestimento de zinco.⁽⁴⁾ Estas partículas têm a composição química $Fe_2Al_5 - Zn$, com densidade menor que a junta líquida de zinco em virtude do alumínio em sua composição, permanecendo em flotação na superfície do banho (Figuras 7 e 8), são então “capturadas” pela tira durante a passagem pelo rolo de fundo do banho, o que explica as ocorrências do defeito na face inferior do cliente (face inferior de inspeção), uma vez que o rolo de fundo toca a face inferior da tira.

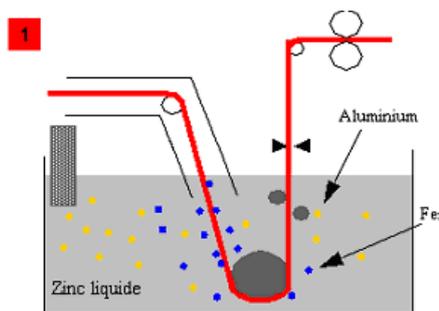


Figura 7: Dissolubilidade do Fe ao entrar no banho de zinco.

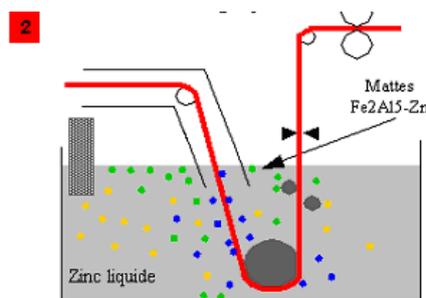


Figura 8: Formação de Grão de Zinco (Fe_2Al_5) no banho de Zinco.

A nocividade do defeito superficial PGZN (Grão de Zinco) está na potencialidade do mesmo em revelar caroços na face exposta do cliente após a estampagem. Para isso, o defeito precisa passar pela espessura do revestimento em sua face de ocorrência, pela espessura nominal do aço, pela camada de revestimento na face exposta do cliente, para então revelar caroços, conforme demonstrado na Figura 9.

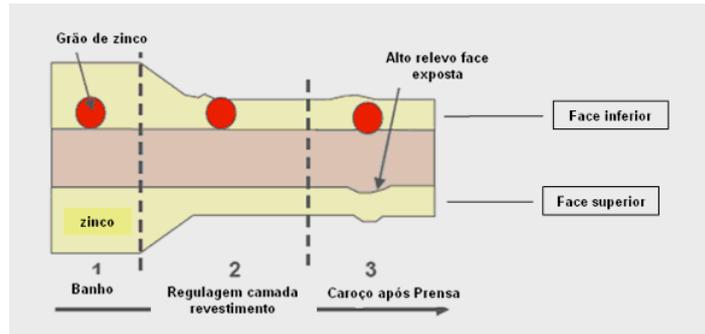


Figura 9: Esquema consequência do defeito PGZN após prensa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo abordaremos os problemas internos pertinentes a definição de qualidade para bobinas com o defeito superficial PGZN e a necessidade de um estudo mais aprofundado no intuito de melhorar esta definição.

3.1 Metodologia

O projeto foi elaborado utilizando-se algumas ferramentas da qualidade, tais como folha de verificação, gráficos de pareto, em conjunto com a metodologia DMAIC.

3.2 Define (Definir)

Um total de 60% das bobinas enviadas para prensa de estampagem pelo motivo PGZN (Grão de Zinco) são consideradas não conformes após o teste. Tem-se então a necessidade de estudar os fatores que influenciam na nocividade do defeito após a prensa interna de estampagem.

No processo de elaboração do projeto, verifica-se a necessidade do conhecimento global do mesmo, do papel que cada um desempenha no processo em questão.

Aplicou-se no estudo a ferramenta SIPOC conforme tabela abaixo:

SIPOC – Tratativa de Bobinas bloqueadas pelo defeito PGZN

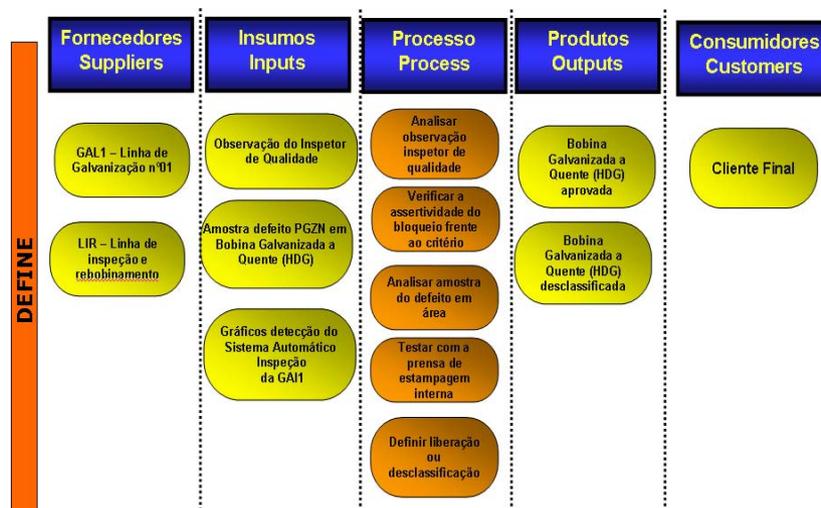


Figura 10: SIPOC.

3.3 Measure (Medição)

Nesta etapa procurou-se a definição da base de dados necessária para o projeto. Foi definida como base a utilização da planilha de uso da prensa de estampagem já existente para controle, acrescida de variáveis de características de processo tais como camada do revestimento (g/m²), alongamento do laminador de encruamento (%). Nas colunas aonde foram inseridas estes novos requisitos, estes valores tiveram que ser pesquisados.

3.4 Analyse (Análise)

Conforme levantamento feito através do diagrama de Causa-Efeito mostrado na Figura 11, no que diz respeito a definição de conformidade por PGZN (Grão de Zinco) após a utilização da prensa de estampagem interna, foram selecionadas através da realização da matriz GUT mostrada na Figura 12, as seguintes causas definidas como prioritárias: Alongamento do Laminador de Encruamento, camada de revestimento de zinco e Grau de aço.

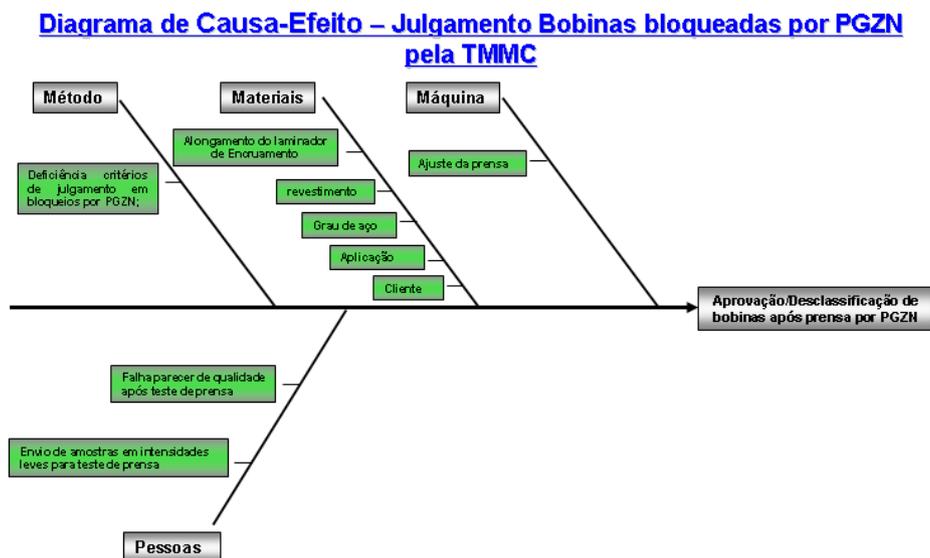


Figura 11: Diagrama Causa-Efeito / Aprovação/ Desclassificação de bobinas após prensa pelo motivo PGZN (Grão de Zinco).

Matriz GUT				
	Definição de Qualidade após uso Prensa			TOTAL
	Gravidade	Urgência	Tendência	
Deficiência critério de julgamento após prensa	1	1	1	3
Falha parecer qualidade após teste de prensa	3	1	1	5
Envio de amostras intensidades leves para teste de prensa	3	1	1	5
Alongamento do Skin Pass	5	5	1	11
Revestimento de zinco	3	4	1	8
Grau de aço	4	4	1	9
Aplicação	4	1	1	6
Cliente	3	1	1	5
Ajuste Prensa	3	1	1	5

Gravidade	Urgência	Tendência
1=sem gravidade	1=não tem prensa	1=não vai piorar
2=pouca gravidade	2=pode esperar um pouco	2=vai piorar em longo prazo
3=grave	3=ou mais cedo possível	3=vai piorar em médio prazo
4=muito grave	4=com alguma urgência	4=vai piorar em pouco tempo
5=extremamente grave	5=ação imediata	5=vai piorar imediatamente

Figura 12: Matriz GUT Diagrama Causa-Efeito / Aprovação/ Desclassificação de bobinas após prensa pelo motivo PGZN.

As análises dos dados obtidos através da planilha de controle de bobinas estampadas através do uso da prensa interna indicam que o percentual de alongamento imposto pelo laminador de encruamento é diretamente proporcional a nocividade do defeito PGZN (Grão de Zinco), após sua estampagem, conforme mostrado na Figura 13. Um total de 100% dos alongamentos iguais ou maiores que 1% apresentaram nocividades quanto aos caroços provocados pelo defeito PGZN (Grão de Zinco) após sua estampagem, alongamentos menores que 1% a maiores que 0,5% representaram um montante de 33% de a nocividade quanto a caroços, o que indica que nestes alongamentos têm-se a necessidade de manter o teste de prensa e um estudo mais aprofundado em relações aos mesmos.

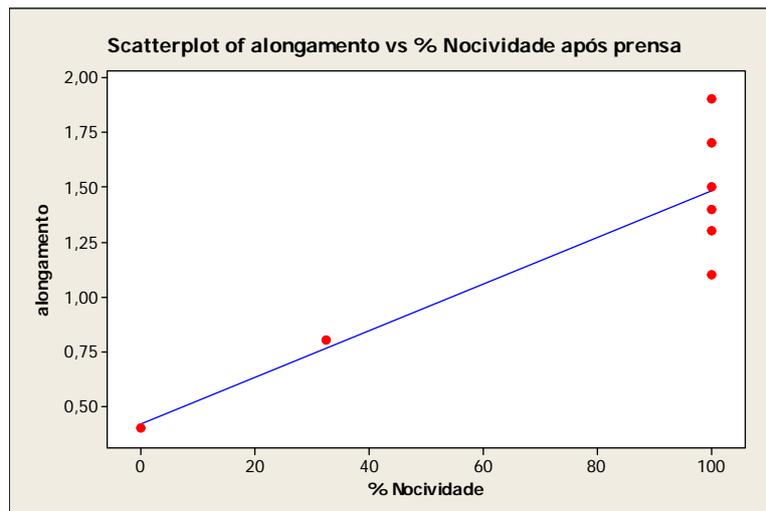


Figura 13: Relação alongamento x % não Conformidade após prensa.

Analisando a camada do revestimento em todas as bobinas enviadas para a prensa de estampagem pelo motivo PGZN (Grão de Zinco) entre Janeiro de 2010 a maio de 2011, foi verificado que em todas as médias de camadas de revestimento houve a distribuição quase que igualmente proporcional entre a avaliação nociva ou não nociva do defeito após a prensa, com exceção da média de camada de revestimento 75g/m², a qual apresentou 100% de nocividade após a prensa. Estes dados são apresentados na Figura 14.

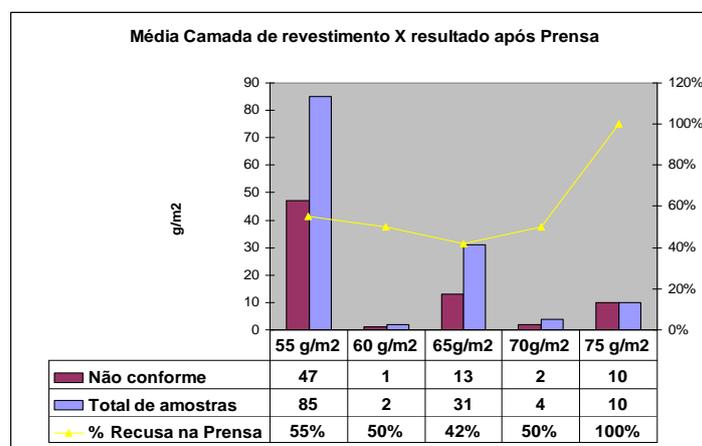


Figura 14: Média Camada de revestimento X resultado após prensa.

Em virtude dos 100% de avaliação não conforme após a prensa na camada de revestimento 75g/m², foi realizada a relação entre o alongamento do laminador de encruamento e a camada de revestimento, observada na Figura 15. O alongamento presente nesta camada de revestimento apresentou-se sempre acima de 1%.

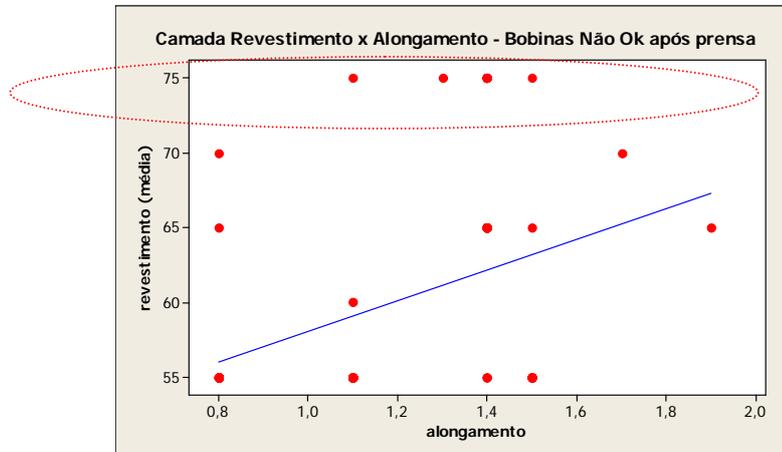


Figura 15: Relação Revestimento x Alongamento – Com nocividade após prensa

O código do grau de aço não demonstrou correlação com as bobinas por PGZN (Grão de Zinco) consideradas nocivas ou não após a prensa de estampagem, com exceção dos aços tipo BH e PD, que apresentaram 100% de nocividade, pois possuem alongamentos maiores que 1%, houve incidências nocivas e não nocivas em todos os outros graus de aços observados.

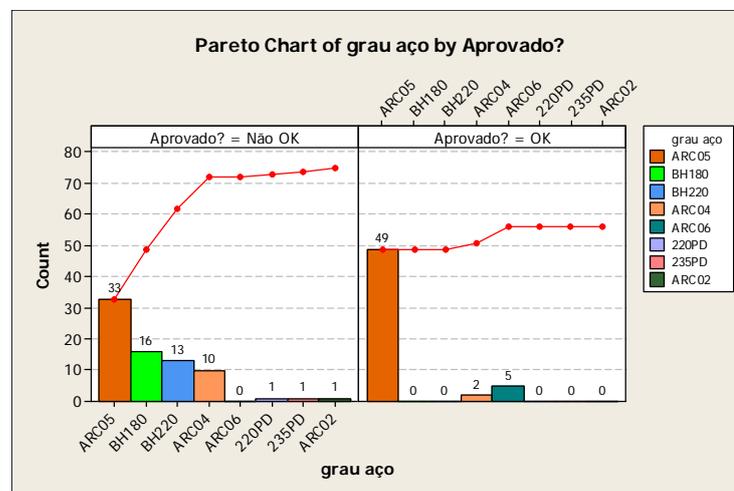


Figura 16: Distribuição grau de aço no critério de julgamento após prensa.

3.5 Improve (Melhorar)

Os resultados obtidos na avaliação dos dados da prensa mostram que o alongamento imposto pelo laminador de encruamento possui uma correlação direta com a nocividade do defeito após estampagem.

Todas as bobinas com alongamento maiores que 1% apresentaram nocividade após uso da prensa para o defeito PGZN (Grão de Zinco) após a estampagem, independente do grau de aço e camada de revestimento, alongamentos na faixa de 0,8% tiveram na casa de 33% de nocividade após a

estampagem, sem também apresentarem correlações evidentes com grau de aço e camadas de revestimento. Por fim, alongamentos menores que 0,5% não apresentaram nocividades por PGZN (Grão de Zinco) após a prensa de estampagem.

3.6 Control (Controlar)

Podemos afirmar que o Objetivo Geral do estudo foi alcançado, uma vez que foi verificada a influência do alongamento do laminador de encruamento na qualificação de nocividade do defeito PGZN (Grão de Zinco) após a estampagem através da prensa interna da ArcelorMittal VEGA.

Como forma de monitoramento e ratificação dos dados obtidos através do estudo, de junho a outubro de 2011, agora no intuito de comprovação das conclusões, foram acompanhadas a estampagem através da prensa um total de 32 bobinas, 316 toneladas. Os resultados de acompanhamento, conforme mostrado na Figura 17, ratificam os resultados anteriormente obtidos, tais como:

- alongamentos do laminador de encruamento menores que 0,5% não apresentam nocividade pelo defeito pgzn após teste prensa estampagem;
- alongamentos do laminador de encruamento maiores que 1% apresentam 100% de nocividade após teste de prensa de estampagem; e
- alongamentos menores que 1% e maiores que 0,5% necessitam manter o teste através da prensa de estampagem, uma vez que tantos resultados positivos como negativos foram encontrados.

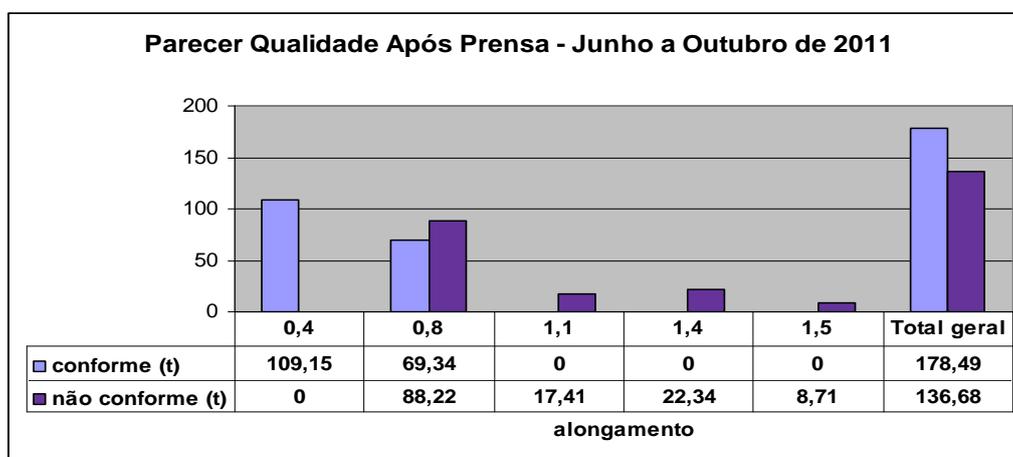


Figura 17: Parecer de Qualidade Após a Prensa por alongamento – Junho a outubro 2011.

4 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os objetivos pretendidos podem ser considerados atingidos, uma vez que foi verificada uma influência direta de uma variável, neste caso o alongamento do laminador de encruamento, na nocividade do defeito PGZN (Grão de Zinco). Alongamentos maiores que 1% resultam na facilidade de transmissão do defeito para a face exposta do cliente, uma vez que já ocorre uma forte pressão do defeito no substrato antes mesmos da estampagem (Figura 9).

Para alongamentos do encruamento em valores abaixo de 0,5%, o defeito, embora possua um forte impacto visual, não resulta em formação de caroços após a estampagem interna. Este resultado garante a não nocividade do defeito PGZN



(Grão de Zinco) para este alongamento e a intitulação deste critério (resultado) na qualificação do defeito.

Para alongamento no laminador de encruamento no valor de 0,8%, a consequência do defeito carece de uma maior análise, pois aproximadamente 40% apresentam nocividades após teste prensa de estampagem, em virtude disto, neste tipo de alongamento a necessidade de avaliação, corte e estampagem do defeito ainda permanece. Neste caso a possibilidade de um trabalho específico para uma análise mais profunda neste tipo de alongamento torna-se uma oportunidade para trabalhos posteriores.

Não foram observadas influências relevantes da camada de revestimento e grau de aço na nocividade do defeito PGZN (Grão de Zinco).

REFERÊNCIAS

- 1 MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2nd. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2010.
- 2 MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2nd. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- 3 SCHAEFFER, Lírio. **Conformação Mecânica**. 1 ed. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2007.
- 4 STAHLISEN, Verlag. **Surface Defects on Hot-Dip Metal Coated Steel Sheet**. 2nd. Dusseldorf: Stahl Eisen, 1998.