

**UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS**

Jerônimo Reus Camboim Soares

**Controle da informação
no registro de consumo de ferroligas
durante a produção de aços especiais**

PORTO ALEGRE - RS

2010

Jerônimo Reus Camboim Soares

**Controle da informação
no registro de consumo de ferroligas
durante a produção de aços especiais**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Administração.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Lindstrom Bandeira

PORTO ALEGRE - RS

2010

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos à Prof. Denise Lindstrom Bandeira, mais que orientadora deste trabalho, modelo de professora, sempre disposta a contribuir na formação acadêmica de seus alunos, nunca dispensando um simpático e sincero sorriso no rosto e a vontade de aprender sempre mais e transmitir seu conhecimento a todos.

Ao meu gestor Sandro da Silva Machado, responsável pelo desenvolvimento deste trabalho junto à Gerdau Charqueadas, que me deu o apoio necessário, não somente a executá-lo, mas também foi um grande incentivador em meus estudos.

Aos meus colegas de trabalho que sempre me motivaram na formação acadêmica, em especial, João Luiz Boschetti, Paulo Carvalho Fernandes e Luis Augusto Colembergue Klujszo.

Aos meus amigos e familiares, em especial ao meu pai e minha saudosa mãe, que da mesma forma muito me incentivaram nos estudos, mesmo antes da faculdade.

Aos meus colegas da EA, grandes amizades que fiz durante estes anos, em especial ao Eduardo Araújo Hübner, Simone Schommer de Oliveira, Marcelo Pina Cramer, Rogério Spiess, Clarissa Azambuja e Mauricio Pires.

Aos meus filhos Bruna, Pedro, Gabriel, Daniel e Marina, que com amor e carinho me motivaram a seguir sempre em frente.

À minha esposa Claudia, que com muito amor e compreensão, com certeza foi a maior motivadora para minha graduação.

A Deus, que me possibilitou aos 40 anos ingressar em uma faculdade tão respeitada como a UFRGS e a usufruir de formação com tão renomados mestres, da companhia de ilustres colegas, e assim capacitar-me mais profissionalmente e como pessoa.

RESUMO

O presente trabalho explora os problemas que ocorrem no registro de consumos de ferroligas em uma indústria siderúrgica. Inicialmente é apresentado o ambiente da empresa onde foi desenvolvido o trabalho. A seguir é feita uma revisão da importância de controlar estoques, dando enfoque ao cálculo de acuracidade de um saldo de estoque. Na sequência, são descritas ferramentas de checagem e sua importância na qualidade da informação. Os objetivos são apresentados e os procedimentos metodológicos são descritos, detalhando materiais e locais onde foi desenvolvido o trabalho. Por fim são apresentadas propostas de ferramentas de checagem a serem inseridas nos sistemas de produção a fim de evitar os problemas descritos. Adicionalmente é descrito um bom efeito que não foi vislumbrado no desenvolvimento do trabalho.

Palavras-chave: Estoque, informação, foolproof, poka-yoke.

ABSTRACT

The present work explores the problems that occur in the register of consumptions of Fe-alloys in a siderurgical industry. Initially, the environment of the company is presented where the work was developed. To follow a revision of the importance is made to control supplies, giving approach to the calculation of accuracy of a supply balance. In the sequence, tools of check are described and its importance in the quality of the information. The objectives are presented and the procedures are described, detailing material and places where the work was developed. Finally, proposals of "foolproofs" are presented to be inserted in the softwares of production in order to prevent the described problems. Additionally a good result is described that was not foreseen in the development of this work.

Keywords: Supply, information, foolproof, poka-yoke.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Cr	Elemento Químico Cromo
FEA	Célula de Forno Elétrico a Arco
FeCrAC	Ferroliga composto por Ferro e Cromo com Alto teor de Carbono
FeCrBC	Ferroliga composto por Ferro e Cromo com Baixo teor de Carbono
FeMnAC	Ferroliga composto por Ferro e Manganês com Alto teor de Carbono
FeMnMC	Ferroliga composto por Ferro e Manganês com Médio teor de Carbono
FeMo	Ferroliga composto por Ferro e Molibdênio
FeNi	Ferroliga composto por Ferro e Níquel
FeSiMn	Ferroliga composto por Ferro, Silício e Manganês
FeV	Ferroliga composto por Ferro e Vanádio
FP	Célula de Forno Panela
KCRR	Transação do sistema R/3
LC	Célula de Lingotamento Contínuo
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas (ferramenta de qualidade)
Mn	Elemento Químico Manganês
Mn Eletr	Ferroliga composto apenas por Manganês (Eletrolítico)
Mo	Elemento Químico Molibdênio
Ni	Elemento Químico Níquel
Ni Eletr	Ferroliga composto apenas por Níquel (Eletrolítico)
R/3	Sistema MRPII da SAP
V	Elemento Químico Vanádio
VD/VOD	Célula de Desgaseificação à vácuo

TERMOS TÉCNICOS

Baka-yoke	“À prova de tolos” (japonês)
Foolproof	“À prova de tolos” (inglês)
<i>Jidoka</i>	Parada de máquina pelo operador
Just in time	Fluxo de produção sem estoques intermediários.
Poka-yoke	“À prova de falhas”

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gerdau Aços Especiais Brasil – unidade Charqueadas	11
Figura 2 – Bag de ferroliga	12
Figura 3 – Acuracidade no estoque de ferroligas	29
Figura 4 – FeCrAC	30
Figura 5 – FeCrBC	30
Figura 6 – Níquel Eletrolítico	31
Figura 7 – Ferro Níquel	31
Figura 8 – Ferro Molibdênio	31
Figura 9 – Ferro Silício Manganês	31
Figura 10 – Ferro Manganês alto Carbono	32
Figura 11 – Ferro Manganês médio Carbono.....	32
Figura 12 – Manganês Eletrolítico.....	32
Figura 13 – Célula FEA	33
Figura 14 – Célula Forno Panela.....	33
Figura 15 – Célula VD/VOD	34
Figura 16 – Fluxo do registro dos consumos nos Sistemas..	36
Figura 17 – Sistema Inventário.....	40
Figura 18 – Rendimento de Ligas por elemento químico	42
Figura 19 – Checagem do peso real vs peso previsto de ferroligas.....	42
Figura 20 – Relatório de falta de lançamentos previstos.....	43
Figura 21 – Checagem de falta de lançamento de ferroligas em bolsas.....	43

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	10
3.	JUSTIFICATIVA	15
4.	REVISÃO TEÓRICA.....	16
4.1	A importância de controlar o estoque.....	16
4.2	Acuracidade	18
4.3	A qualidade no sistema de informações.....	20
4.4	Poka-yoke, foolproof ou ferramentas de checagem.....	21
5.	OBJETIVOS	25
5.1	Objetivo geral	25
5.2	Objetivos específicos	25
6.	MÉTODO DE TRABALHO.....	26
7.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	30
7.1	Elementos químicos.....	30
7.2	Ferroligas estudados.....	30
7.3	Células de produção do aço líquido	33
7.4	Sistemas de produção.....	34
7.5	Possibilidades de falhas nos registros dos consumos	37
7.6	Ferramentas de sistemas existentes anteriormente a este trabalho	38
8.	FERRAMENTAS DE CHECAGEM PROPOSTAS.....	40
8.1	Sistema INVENTÁRIO	40
8.2	Cálculo do rendimento das ligas por elemento químico	41
8.3	Checagem do peso real vs peso previsto de ferroligas.....	42
8.4	Relatório de falta de lançamentos previstos.....	43
8.5	Checagem de falta de lançamento de ferroligas em bolsas.....	43
8.6	Bloqueio de lançamentos de consumos durante o inventário.	44
9.	UM EFEITO FAVORÁVEL NÃO PREVISTO.....	45
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

As indústrias siderúrgicas têm como produto aço das mais diversas especificações e aplicações, e utilizam como matéria prima basicamente sucata, ferro gusa e ferroligas. O controle de estoque destes materiais, por sua característica graneleira, é bastante suscetível a falhas devido às diversas densidades e formatos, assim como impurezas. Esse trabalho foi dedicado ao registro das informações dos ferroligas, estudando falhas e apresentando possibilidades de melhorias a fim de possibilitar maior precisão no controle dos estoques.

Este trabalho não se dedica à importância de controlar estoques, mas à importância de registrar corretamente os consumos e entradas de materiais nos estoques. É comum serem encontradas divergências entre o saldo real dos ferroligas e o saldo contabilizado por sistema informatizado. As falhas podem ser humanas ou de sistema, ou até mesmo de automação, assim como erros de análises que possam induzir a falhas. A causa pode estar na empresa que utiliza o material, ou na sua origem (no fornecedor), devido a uma certificação imprecisa, muitas vezes inerente ao tipo de ferroliga, que pode ter composição química variada em um mesmo lote fornecido.

A rotina de produção também pode ser um fator importante. Não que induza ao erro ou não valorize o registro correto. Mas por ter como objetivo principal o cumprimento da especificação do produto fabricado em um ritmo frenético, onde cada segundo é de extrema importância e altíssimos custos são envolvidos. Assim como uma preocupação permanente com a segurança das pessoas e dos equipamentos em um ambiente de alto risco que requer total atenção constantemente.

Em meio a essa realidade, os sistemas de informação têm como função registrar, informar e contabilizar diversas informações. Entre elas os registros das movimentações dos ferroligas, com entradas e saídas nos estoques. A quantidade de consumo dos ferroligas varia de poucos quilogramas até toneladas de material, e estas são adicionadas aos produtos de diversas maneiras:

- pesagem e adição via sistema de automação;
- pesagem em balança manual e adição manual com uso de pás;
- adição com auxílio de ponte rolante de lotes fechados com pesos previamente conhecidos, como bolsas e tonéis.

Este trabalho visa contribuir com o controle dos estoques de ferroligas, mediante a criação de ferramentas de checagem das informações inseridas nos sistemas. Essas ferramentas podem ser chamadas *poka-yoke*, *foolproof* ou simplesmente ferramentas de checagem.

Essas ferramentas de checagem não devem ser consideradas acusativas, que apontam para erros humanos, mas como ferramentas que auxiliam a correta execução de uma função, assim como um pedreiro utiliza-se de nível e prumo para posicionar seu trabalho na horizontal ou na vertical corretamente, ou de um esquadro para marcar um corte perpendicular.

Com o correto registro de entradas e consumos tem-se um correto controle de estoque, podendo então ser definidos os níveis ideais, a fim de evitar excesso de material ou sua falta que, em ambos os casos, conduzem a custos desnecessários e oneram toda a cadeia produtiva.

2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O controle de estoques é um item essencial no planejamento e produção das empresas de um modo geral. A previsão do estoque necessário para a produção esperada deve aproximar-se ao máximo possível da realidade, pois em caso de falta de estoque, haverá parada de equipamentos e, conseqüentemente, menor produção, atrasos nas entregas, lotes incompletos e, com certeza, clientes insatisfeitos. Em outra situação, no excesso de estoque, haverá despesas desnecessárias, risco de perda por prazos de validade vencidos, problema de espaço nos almoxarifados, enfim, custos e trabalhos desnecessários. Slack (2008) salienta que em ambas as situações, na falta e no excesso, há reflexo no lucro final da empresa e, muitas vezes, na própria imagem desta.

A produção puxada, *just in time* nos estoques, uma logística perfeita e uma previsão de demanda bem acertada são o sonho de toda empresa. Muitas empresas logram grande parte dos seus lucros devido a essas ferramentas, aliadas a excelentes equipes de colaboradores e a sistemas informatizados envolvendo as diversas áreas da empresa que se comunicam permanentemente, sinalizando no momento e local certo as necessidades para a produção, movimentações a serem feitas, informações para executivos e alta gerência, etc.

Grande parte destas informações é coletada ou informada de forma automática e precisa graças a tecnologias avançadas. Porém, muitas necessitam ainda ser informadas manualmente, tanto as entradas nos estoques quanto seus consumos.

A empresa estudada nesse trabalho foi a Gerdau Aços Especiais Brasil, em sua unidade de Charqueadas, RS, atuante na área de produção de aços especiais para indústria automobilística. As áreas envolvidas da empresa foram a área de estocagem de materiais e a Aciaria, onde é fabricado o aço líquido a partir da fusão de sucata e adições de elementos de liga como cromo, manganês, níquel, molibdênio, etc., através do uso de ferroligas.

A Gerdau Aços Especiais Brasil, localizada em Charqueadas, produz diversos tipos de aço, como aços inoxidáveis, aços ferramenta e aços de construção mecânica, na sua grande maioria como fornecimento de matéria prima para a indústria automobilística. A Figura 1 mostra uma vista aérea da empresa.



Figura 1 – Gerdau Aços Especiais Brasil – unidade Charqueadas

A empresa utiliza como software corporativo o R/3 da SAP (empresa alemã de software corporativo). O R/3 é um sistema do tipo MRP II (*Manufacturing Resources Planning*, ou planejamento dos recursos de manufatura), com atuação em todas as áreas da empresa, interligando programa de produção, controle de estoques, contabilidade, recursos humanos e área fiscal. Esse sistema é bastante preciso no processamento das informações, e também bastante rigoroso quanto à entrada de dados, o que dificulta, muitas vezes, eventuais ajustes. É o caso do controle de estoques de granéis, mais precisamente os estoques de ferroligas, foco de estudo deste trabalho.

Ferroligas são ligas metalicoferrosas compostas por ferro e outros elementos também metálicos como manganês, níquel, cromo, molibdênio, silício, vanádio, tungstênio, boro, etc. Essas ligas possuem características diversas, cada uma com forma, densidade e granulometria próprias.

A procedência desses ferroligas é de diversos lugares do Brasil e também do exterior, como, por exemplo, o ferro molibdênio, que é proveniente do Chile.

O transporte dos ferroligas até a empresa é quase sempre rodoviário. A embalagem varia conforme o tipo de ferroliga, como no caso do Níquel Eletrolítico e do Ferro Molibdênio que são embalados em tonéis fechados ou em bags (grandes bolsas) para o restante das ligas, com pesos de 500 kg ou 1000 kg. A Figura 2 mostra um exemplo de bag.



Figura 2 – Bag de ferroliga

Ao chegar à empresa, o material é conferido quanto à composição química em análise feita no laboratório próprio, assim como granulometria, umidade, entre outros ensaios. Para fornecedores confiáveis, a análise dos lotes é esporádica, para novos fornecedores, são analisados 100% dos lotes recebidos. Os pesos dos *bags* e dos tonéis são preestabelecidos pelo fornecedor com determinadas tolerâncias, nem sempre sendo possível checar o quão correto está o valor recebido, mas, via de regra, a variação é pequena.

Uma vez aprovado o recebimento do material, é liberada entrada dos dados correspondentes no sistema R/3, como: peso, composição química, etc. Iremos nos ater apenas ao peso, que é o item que interfere nos estoques.

Como já foi descrito, há uma variação quanto ao peso recebido dos ferroligas, e um valor nominal é lançado como entrada no sistema. Isso muitas vezes não é problema, pois assim como pode haver valores reais a mais que o nominal, pode

também haver valores a menos que o nominal e, teoricamente, tendem a se anularem. Porém, nem sempre se possuem as informações precisas, e os valores podem vir a ser acumulados para mais ou para menos.

O estoque desses ferroligas dentro da empresa é feito em local predeterminado, dispondo-os de forma organizada e agrupadamente para cada tipo.

Posteriormente os ferroligas são dispostos em silos de abastecimento junto aos equipamentos que os utilizam, como o forno elétrico a arco (FEA) ou na unidade de refino secundário. A cada abastecimento de ferroliga, é registrado o valor nominal correspondente, porém, normalmente o silo abastecido não se encontrava vazio anteriormente, sendo estimado o conteúdo nele estocado, também porque a saída destes materiais é praticamente constante. Esses materiais são também dispostos em caixas de estocagem para abastecimentos manuais através de pás, registrando da mesma forma o peso correspondente armazenado.

Durante a produção do aço, são necessárias adições de ferroligas, a fim de atenderem à composição química desejada para o tipo de aço que estiver sendo produzido. Essas adições podem ser feitas através de esteiras de abastecimento ou manualmente com auxílio de pás. No caso de esteiras, o valor é pesado por células de carga e registrado diretamente no sistema R/3. No caso de adições manuais, o valor é digitado pelos operadores. Muitas vezes o material não é pesado, sendo apenas estimado seu peso.

O controle do estoque, como já foi citado, é feito pelo sistema R/3, num cálculo simples: o estoque atual é o que entrou subtraindo-se o que foi registrado como consumo, em kg. Mensalmente é feito inventário para todos os ferroligas, a fim de detectar eventuais diferenças no controle. Pequenas diferenças são esperadas e toleradas, em decorrência das imprecisões já descritas que ocorrem tanto na entrada dos valores recebidos quanto no consumo, sem falar em perdas de transporte ou descartes em caso de necessidade. Porém, podem ocorrer diferenças significativas, muitas vezes em toneladas a mais ou a menos. As causas dessas diferenças podem ser: falta de registros manuais, digitações incorretas, falhas eletrônicas nos registros automáticos, registros incorretos quanto ao tipo de ligas. Por exemplo: foi registrado por engano um ferroliga e deveria ter sido registrado

outro ferroliga; materiais foram adicionados entre uma célula e outra, podendo uma célula operacional deixar para outra registrar, e vice-versa, ou o contrário, as duas células operacionais efetuarem o registro, tornando-o duplicado; etc. Essas falhas todas podem ocorrer simultaneamente, agravando o problema e dificultando sua identificação, o que na maioria das vezes realmente não é conhecida.

Em casos mais graves de diferenças de estoques detectadas no inventário há necessidade de uma busca pela localização do lote de aço que a consumiu, pois outra função do R/3 é calcular o custo de produção, podendo interferir no preço final do produto. Isso além de não ser fácil, devido ao grande volume de informações, demanda um grande tempo. Uma vez detectado(s) o(s) lote(s), o registro é corrigido, registrando o peso faltante ou estornando o peso excedente, conforme o caso.

Caso não sejam localizados os registros a serem efetuados os acertos necessários, ou os acertos feitos não sejam suficientes para compensar as diferenças detectadas no inventário, há necessidade de efetuar ajustes nos estoques, a fim de zerar as diferenças entre estoques reais e estoque no sistema. Isso normalmente não é aceito, e deve ser justificado junto à gerência da área, ou junto à área de compras, que administra os estoques dos ferroligas.

Toda vez que isso ocorre, são envolvidos os chefes das células, a fim de reorientar os operadores quanto à importância do correto registro dos consumos e o impacto das eventuais incorreções. Isso é desagradável, pois nem sempre existe evidência, não se sabe como ocorreu ou de quem foi a falha.

Quando ocorrem falhas no sistema de pesagem, são envolvidos técnicos e engenheiros, a fim de detectar a causa e solucioná-la o mais breve possível e, assim, retornar ao registro correto, efetuando correções nos registros de consumo, sempre que necessário.

Diante desse cenário, o presente estudo objetivou responder à seguinte questão:

Que ferramentas de checagem poderiam ser inseridas nos sistemas operativos, a fim de garantir um correto registro dos ferroligas consumidos?

3. JUSTIFICATIVA

Este trabalho visou identificar pontos falhos nas informações quanto a entradas e saídas de ferroligas no sistema. A grande maioria das informações são inputadas no sistema de forma manual. Com alta frequência são encontradas grandes diferenças entre os estoques informados pelo sistema e os estoques reais, mediante inventários mensalmente realizados.

Outro fator é o custo dos ferroligas, que na grande maioria é relativamente alto. Algumas ligas importadas chegam a custar dezenas de milhares de dólares para cada tonelada. Dessa forma, pequenos enganos nos registros das informações podem representar grandes valores envolvidos, geração desnecessária de novas compras de alto custo, etc.

Resumidamente, pode-se dizer que o presente trabalho é justificado pelo alto índice de ocorrência de saldos de estoques de ferroligas incorretos, podendo ocasionar falta do material perante um saldo no sistema maior que o saldo físico real; ou o excesso de estoque, no caso do saldo no sistema estar menor que o saldo físico real. Nas duas situações são encontrados riscos para o negócio e desperdício de dinheiro mediante custos desnecessários. O saldo apresentado no sistema deve representar o mais próximo possível o saldo no estoque físico, junto a isso, manter a quantidade mínima necessária para a necessidade da produção, evitando paradas desnecessárias.

Os resultados obtidos com esse trabalho foram aplicados na Gerdau Charqueadas, visando melhorar com isso a acuracidade no controle de seus estoques e, conseqüentemente, na compras de ferroligas.

4. REVISÃO TEÓRICA

4.1 A importância de controlar o estoque

O controle do saldo do estoque, ou simplesmente o controle de estoques, tem importância inquestionável. Slack (2008) define estoque como “*acumulação armazenada de recursos*” (no nosso caso são os ferroligas). No caso da Gerdau Charqueadas o estoque de ferroligas tem um valor altíssimo tanto financeiramente quanto para o negócio principal da empresa, pois não há como produzir aço especial sem a utilização dos ferroligas.

Entre as definições de tipos de estoque classificadas por Slack (2008), os ferroligas da Gerdau Charqueadas enquadram-se no “*Estoque de Ciclo*”, pois para cada tipo de aço especial produzido há a necessidade de uma combinação diferente de ferroligas, tanto na utilização de tipos diferentes quanto na quantidade necessária.

O desequilíbrio entre fornecimento e demanda citado por Slack (2008) também ocorre na Gerdau Charqueadas devido à demanda variada de tipos de aços a serem produzidos e também quanto à origem dos ferroligas, tipo de transporte utilizado, tamanho do lote comprado, entre outras razões. Por isso a necessidade de manter uma quantidade “ajustada” de ferroligas, evitando o excesso, que representaria custo desnecessário, e a falta quando solicitadas, provocando paradas na produção ou reprogramações.

Slack (2008) alerta ainda para custos envolvidos na reposição de estoques. Isso é bastante variado entre os ferroligas utilizados na Gerdau Charqueadas, pois tanto o custo das diferentes ligas é diverso, ficando desde centenas de reais até dezenas de milhares de reais, no caso dos ferroligas mais caros, geralmente importados. Esse custo pode ainda ser aumentado, quando da necessidade de uma compra de emergência, seja por um controle de estoque mal feito ou por um pedido não previsto.

Gaither e Frazier (2006), chamando os estoques de “*menino bom*” e “*menino mau*”, apresentam diversas razões para ter um bom controle de estoques. As razões

para manter estoques foram classificadas por eles entre “custo de emissão do pedido”, “custo de stockout”, “custo de aquisição” e “custo da qualidade na partida (start up)”. E as razões para não manter estoques em “custos de manutenção em estoque”, “custo da receptividade do cliente”, “custos para coordenar a produção”, “custos de redução do retorno sobre o investimento (ROL)”, “custo de capacidade reduzida”, “custo de qualidade de lotes grandes” e “custo de problemas de produção”.

Uma empresa que não controla seus estoques não terá seu lucro maximizado. De acordo com Ballou (1993), tanto estoques baixos quanto estoques altos apresentam aumento nos custos para a empresa, pois com estoque baixo aumentam o custo de oportunidade, o custo de estocagem e manuseio, o custo de impostos, o custo de seguros, o custo de roubos, o custo de obsolescência, o custo de deterioração, o custo da má qualidade e da velocidade; e com estoque alto existe o aumento do nível de serviço e tem-se aumento do custo de colocação de pedidos, do custo de setup de produção e do custo de transporte. Ballou ainda inclui o controle de estoque entre as três atividades de um círculo crítico de atividades logísticas, juntamente com o transporte e o processamento de pedidos.

Com esse mesmo enfoque, Dias (2005) fala em minimização do capital investido em estoques, “pois ele é caro e aumenta continuamente, uma vez que o custo financeiro aumenta”. Afirma também que “sem estoques é impossível trabalhar” e que o controle de estoques “é ponto de partida de todo planejamento empresarial”.

Sendo assim, se o estoque não pode ser nem alto nem baixo em relação à demanda da produção, e se não se pode trabalhar sem estoques, é necessário trabalhar com os estoques o mais próximo possível do necessário, também podemos chamar de estoque zero ou *just in time*.

Com todas essas razões listadas por Gaither e Frazier (2006), com a importância dos estoques alertada por Slack (2008) e com a importância dada por Ballou (1993) para que a empresa maximize seus lucros no que tange a valor envolvido em estoques, resta-nos então termos um controle de estoques confiável.

Não restando dúvidas quanto à importância do controle de estoques, resta-nos questionar a eficácia desse controle, ou seja, o quão verdadeiro ele é, ou ainda, o quanto os saldos apresentados se aproximam aos estoques reais, principalmente no caso em estudo feito tratar-se de volumes em granel.

A maioria dos autores consultados valoriza e reforça a importância do controle de estoques considerando que estes são bem feitos e estão sempre corretos. Sabemos que no cotidiano das empresas isso não é bem assim. Existem muitos pontos de falha desse controle no chão de fábrica, desde digitações incorretas nos lançamentos de entradas ou saídas nos estoques, até mesmo falhas eletrônicas ou informáticas nos controles automatizados. No caso da empresa em questão existem tanto registros manuais quanto automatizados, e isso requer uma vigilância permanente sobre esses registros.

4.2 Acuracidade

Há necessidade de uma maior acuracidade de estoques. Acuracidade é a relação percentual entre a quantidade das informações corretas e as informações verificadas.

$$\text{Acuracidade} = \frac{\text{Quantidade de informações corretas}}{\text{Quantidade de informações verificadas}} \times 100$$

Conforme Neves (2008), problemas relacionados à acuracidade dos estoques, na maioria das vezes, são fatores relacionados a pessoas, processos e tecnologia. Quanto a fatores humanos, depende muito se as pessoas estão motivadas a fazerem corretamente seu serviço, evitando cometer erros acidentais ou mesmo propositais. Os processos devem ser bem planejados a fim de evitar erros previsíveis. E a tecnologia deve ser “aderente” ao processo com o intuito de favorecer a gestão dos estoques e a realização de inventários e, com isso, reduzir diferenças entre valores contabilizados e os reais.

“Estamos diante de um ‘ciclo vicioso’ difícil de ser rompido, mas causador de gigantescos problemas para as empresas, e que levam a tomada de decisões erradas quanto a produção e vendas. Em casos extremos, linhas produtivas poderão ser interrompidas devido a problemas no saldo de matérias-primas e componentes.” (Neves, 2008).

Neves (2008) afirma ainda que essa acuracidade esteja condicionada à aplicação e uso de ferramentas tecnológicas como uso de sistemas, código de barras e etiquetas inteligentes. Isso não se aplica ao nosso caso, pois, como já foi citado, o tipo de produto controlado (ferroligas) é sempre do tipo granel.

“Em muitas empresas, embora exista um belo aparato tecnológico, ainda não se consegue atingir um nível de acuracidade confiável.” (Neves, 2008).

Neves (2008) apresenta algumas dicas que julga importantes para aumentar a acuracidade dos estoques:

- medir a acuracidade dos estoques, pois para saber o quanto melhorou deve se saber o quanto estava antes. A medição pode ser amostral, de preferência de itens mais significativos, mais representativos;
- fazer uma revisão nos processos de movimentação, recebimento, estocagem, devoluções, etc., e paralelamente rever também os processos administrativos relacionados à administração dos estoques;
- toda equipe deve estar envolvida e comprometida. As pessoas devem ser sempre informadas dos objetivos, metas e evolução do trabalho;
- medir os fatores que interferem direta ou indiretamente na acuracidade dos estoques;
- Implantar um sistema de inventário, definindo os itens a inventariar e a periodicidade em que serão feitos;
- aprimorar a tecnologia existente, verificando se as ferramentas existentes são adequadas e eficientes.

Essa proposta apresentada por Neves (2008) pode ser aplicada na Gerdau Charqueadas no controle de estoques de ferroligas, a fim de tornar as informações mais confiáveis e o negócio mais rentável.

4.3 A qualidade no sistema de informações

Assim como é importante a qualidade dos produtos também é importante a qualidade dos serviços. E a informação é um serviço que requer também qualidade ao ser informada, repassada, digitada, falada. Um produto imperfeito pode passar despercebido dependendo de sua intensidade, visualização ou importância. Campos (1998) fala que *“um produto NUNCA é perfeito”*. Da mesma forma o serviço prestado pode ter defeitos toleráveis. Porém cada vez mais são exigidos padrões mais rigorosos de qualidade com cada vez menos defeitos. Conforme Campos, mesmo não existindo produto ou serviço totalmente sem defeito, sua qualidade deve ser buscada como se buscando o “defeito zero”. Para isso, sugere o uso da estatística, com acompanhamento da dispersão dos resultados, pois *“quanto menor for a dispersão dos resultados, maior será a confiabilidade”*.

A informação não permite defeitos pequenos, uma vez que o valor está correto ou não está correto. Um valor digitado incorretamente leva a um erro consequente quando utilizado na próxima etapa, que levará a outro erro, e assim por diante.

Quando é informado um valor a um sistema esse deve ser feito corretamente. Erros de digitação são comuns, invertendo ou suprimindo dígitos. Conforme sua importância, deve haver uma conferência posterior ou imediata se está correto. Por exemplo, um funcionário etiquetou o preço das latas de óleo de soja no supermercado com valor errado. Se o valor etiquetado foi abaixo do valor real, haverá uma demanda maior e a empresa terá prejuízos por vender abaixo da margem de lucro necessária. Se o preço etiquetado foi acima do valor real, haverá uma demanda menor e mais unidades sobrarão na prateleira podendo levar ao prejuízo devido às unidades que não foram vendidas. Em um supermercado com leitor de código de barras no caixa, com o mesmo exemplo de etiquetagem incorreta,

mas o preço correto no caixa pode levar a uma insatisfação do cliente, caso o preço etiquetado seja menor que o preço cobrado no caixa. Ou o cliente irá reclamar ou exigirá o pagamento pelo valor da etiqueta.

“Qualidade Total são todas aquelas dimensões que afetam a satisfação das necessidades das pessoas e, por conseguinte, a sobrevivência da empresa” (CAMPOS, 1998)

No controle de estoques também a informação deve ter qualidade total. Se o estoque é controlado por software, as entradas e saídas de materiais afetarão o saldo do estoque. Ou seja, o saldo do estoque é a quantidade anterior mais a quantidade que entrou e menos a quantidade que saiu. Assim como o valor informado deve estar correto, também é necessário que seja correta a unidade de medida. Por exemplo, ao informar que entraram duas toneladas de batatas no estoque do supermercado, é necessário saber se a unidade do sistema é em quilos ou em toneladas, pois se a unidade do valor a ser informado for em quilogramas, o valor deve ser 2.000, mas caso seja em toneladas, o valor deve ser apenas 2.

No uso da ferramenta de qualidade MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), na etapa de padronização é citado o uso de *foolproofs* a fim de garantir o cumprimento correto e uniforme de determinada ação, conforme Campos (1999).

4.4 Poka-yoke, foolproof ou ferramentas de checagem

Poka-yoke é uma expressão japonesa que significa “à prova de falhas” e é integrante do sistema Toyota. Em inglês o termo utilizado é *foolproof* que significa “à prova de tolos”. O termo em japonês é mais utilizado em meio físico e *foolproof* em sistemas informatizados. Um dispositivo *poka-yoke* previne que erros humanos afetem uma máquina ou um processo; impede que os erros de um operador se convertam em defeitos ou falhas. Eventualmente pode-se denominar *poka-yoke* também como ferramenta de checagem.

“Esses mecanismos (poka-yoke) têm por finalidade ajudar o homem a evitar erros através de sinalizações visuais ou sonoras, de operações de rápida execução e de mecanismos especiais à prova de erros.” (ARANTES, 2000)

“O exemplo mais comum de poka-Yoke, universalmente difundido, são os sinais de trânsito. Eles estão aí, nas ruas, avenidas e estradas, alertando e ajudando as pessoas a não errarem. Outro mecanismo muito difundido são os despertadores sonoros. Eles nos alertam que é chegada a hora para alguma coisa que programamos. Em ambos os casos os mecanismos só alertam, ficando a decisão por conta da educação e responsabilidade de cada um. Mas há poka-yoke que não permite que a gente erre por mais que tentemos. Um exemplo disso são os chips de celular e cartões de memória, que só podem ser inseridos em uma determinada posição. Por mais que tentemos errar não conseguiremos porque um mecanismo à prova de erro não nos deixa.” (ARANTES, 2000)

Sakichi Toyoda possuía um tear auto-ativado por um mecanismo para detectar anormalidades e parar imediatamente a máquina, ou seja, um dispositivo que, com sua disseminação nas indústrias japonesas, seria chamado de baka-yoke. Em 1963, seu nome foi alterado para poka-Yoke, devido à insatisfação por parte dos trabalhadores.

“Seu tear à prova de erros tornou-se o mais popular modelo de Toyoda, que, em 1929, enviou seu filho, Kiichiro, para a Inglaterra negociar a venda dos direitos de patente com a Platt Brothers, o grande fabricante de equipamentos para fiação e tecelagem. Seu filho negociou um preço de 100,000 libras e, em 1930, usou esse capital para iniciar a construção da Toyota Motors Corporation.” (Fujimoto, 1999 apud Liker, 2004)

Yoke provém de yokeru que quer dizer prevenir, e poka quer dizer erros de desatenção. Tem como premissa que erros humanos são inevitáveis até certo grau, mas ao longo da operação, em algum momento, ocorrerá o erro, pois o ser humano falha. Portanto, poka-yokes são dispositivos, normalmente acoplados às máquinas, ou ao processo, para prevenir a ocorrência de falhas dos operadores que pudessem causar defeitos nas peças ou acidentes.

Poka-yokes são geralmente sensores/interruptores em máquinas que apenas permitam a operação se a peça foi colocada corretamente. Gabaritos são instalados em máquinas de tal modo que, se a peça não estiver dentro do especificado, esta não será processada, como: contadores digitais para assegurar o número correto de corte, sensores de temperatura ou pressão em fornos ou compressores, entre outros.

“O dispositivo poka-yoke em si não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção. A inspeção é o objetivo, o poka-yoke é simplesmente o método. Por exemplo, um gabarito que rejeita uma peça processada incorretamente é um poka-yoke que desempenha a função de inspeção sucessiva.” (Shingo, 1986 apud Liker, 2004)

“No Sistema de Produção Toyota, nós projetamos equipamentos para detectar anormalidades e para parar automaticamente quando elas ocorrem. E equipamos os nossos operadores com os meios de pararem o fluxo de produção na hora em que eles percebem qualquer coisa estranha. Essa jidoka mecânica e humana impede que itens defeituosos progridam para as etapas subseqüentes de produção, e impede o desperdício que seria o resultado de uma série de itens defeituosos.” (Toyota Motors, 1995 apud Liker, 2004)

“Os Foolproof Systems são usados para eliminar defeitos que podem ocorrer devido à omissão ou descuido por parte do trabalhador, e não pela falta de tempo no tempo de ciclo ou por má vontade de parar a linha.” (Monden, 1998 apud Liker, 2004)

De acordo com as citações dos autores e fontes acima, comprova-se a importância da utilização de sistemas “à prova de erros”, com o intuito de evitar erros e a ocorrência de defeitos.

Para Shingo (1986 apud Liker, 2004), as ferramentas poka-yoke são classificadas de acordo com o seu propósito e técnicas utilizadas:

- **função de regulação** – utiliza o método de controle para parar a linha, após a detecção de alguma anormalidade, ou o método de advertência que, ao invés de parar a linha, vai apenas emitir sinais com luzes e alarmes, para que os operadores tomem as medidas necessárias;
- **função de detecção** – engloba os métodos de contato e de conjunto das peças.

Para Monden (1998 apud Liker, 2004), os Foolproof Systems são compostos por:

- **instrumentos com função de detecção** – capazes de identificar anormalidades ou desvios no processo;

- **ferramentas com função de restrição** – capazes de parar a linha ou impedir que o processo continue e separando o produto com defeito;
- **dispositivo com função de sinalização** – chamam a atenção do operador com luzes ou campainhas.

Pode-se afirmar que um sistema poka-yoke completo poderia abrir mão de vários dispositivos como instrumentos de detecção, ferramentas de restrição e dispositivos de sinalização. Com o intuito de evitar danos ao produto, dois sensores detectam se o produto está localizado corretamente e um par de fotocélulas verifica se há algum erro na parte anterior/posterior do produto. Caso o produto esteja posicionado de forma incorreta, uma trava bloqueia o fluxo do pallet ao longo da linha até o elevador e uma sirene é acionada para chamar a atenção dos operadores para o problema.

5. OBJETIVOS

5.1 *Objetivo geral*

O presente trabalho tem como objetivo geral detectar oportunidades de melhorias no controle de estoques de ferroligas na usina siderúrgica de aços especiais do Grupo Gerdau, em Charqueadas, quanto à entrada e consumo de ferroligas (granéis), assim como propor soluções para os problemas encontrados, viabilizando ganhos e/ou reduções de custos possíveis.

5.2 *Objetivos específicos*

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- 5.2.1 descrever as diversas etapas por onde passam os ferroligas, como origem, transporte, estoques intermediários e final, assim como o consumo dos mesmos;
- 5.2.2 conhecer os problemas existentes no controle dos estoques de ferroligas da empresa citada;
- 5.2.3 descrever as formas como são registradas as entradas de materiais no estoque, fisicamente e nos sistemas de informação, assim como o consumo e o registro destes;
- 5.2.4 propor soluções para os problemas, através do uso de ferramentas de checagem, a fim de minimizar a variação de valores entre estoque no sistema de informação e estoque físico real.

6. MÉTODO DE TRABALHO

Para desenvolver esse trabalho foi necessário conhecer em detalhes todas as formas de entradas de informações nos sistemas: as chegadas de materiais dos fornecedores, as transferências internas, as transferências entre empresas. Também foram exploradas as formas como são informadas as saídas de materiais nos sistemas: os consumos com lançamentos feitos pela automação, os lançamentos manuais, as correções, os estornos, etc.

Uma ferramenta muito útil foi o “*Inventário Mensal de Ferroligas*” que já era efetuado, buscando explicar as eventuais diferenças entre os saldos apresentados pelo sistema e os saldos reais. A partir do detalhamento das diferenças detectadas pelos inventários e localizando as causas, e à medida que essas ocorrências foram aumentando, pudemos correlacioná-las e classificá-las por semelhança e verificar a frequência com que ocorrem.

Também foi necessário explorar o ambiente de produção, os locais de armazenagem dos ferroligas e as formas de movimentação, as possíveis falhas e descuidos com a estocagem.

O conhecimento do processo de fabricação também foi explorado, procurando sempre verificar possíveis falhas nos apontamentos e também o porquê de eventuais ocorrências, pois além de saber quando ocorre uma falha, foi necessário saber por que ocorreu, e, com isso, evitar que ocorresse novamente ou pelo menos reduzisse sua ocorrência, ou então, diminuísse sua intensidade.

As funcionalidades do sistema de informações R/3 precisaram ser conhecidas e exploradas, assim como os sistemas domésticos utilizados pela produção. Também a interação entre esses sistemas e as ferramentas de transporte de informações e dados foram estudadas e avaliadas.

Foi elaborado um pequeno sistema chamado “inventário virtual” com o objetivo de centralizar e contabilizar todos os lançamentos de entradas e saídas nos sistemas paralelamente aos demais lançamentos. Essa ferramenta serviu como uma

previsão de saldo e também para investigar com precisão o momento onde ocorreram as eventuais falhas.

Foram implantados no sistema doméstico de produção cálculos de rendimento dos ferroligas, ou seja, cálculos que correlacionam a quantidade dos elementos contidos nas ligas e os teores do aço produzido, mediante análise química nas diversas etapas da produção. Em caso de discrepâncias entre os valores de rendimentos calculados e as tolerâncias previstas, o cálculo de rendimento do elemento de liga proporciona atuação do próprio operador no momento em que a causa ocorre.

Por exemplo, em uma sequência de produção foram adicionados 500 kg do ferroliga FeCrAC que possui em média 55% de cromo, ou seja, 275 kg de cromo puro.

FeCrAC	500 kg
%Cr do FeCrAC	55,0%
Cromo contido no FeCrAC	275 kg

Uma vez adicionado ao aço líquido, o cromo se fundiu e se misturou ao aço líquido que, por sua vez, teve sua composição química analisada antes e após essa adição exemplificada. Em uma corrida de 65 toneladas, esses 275 kg de cromo representam 0,42%.

Peso Corrida	65 t
Cromo adicionado	275 kg
% Cr adicionado	0,42%

Considerando um teor anterior fictício de 0,10% (proveniente da fusão de sucata), o novo teor após esta adição deveria ser próximo de 0,52%. Cria-se então uma escala de 0 a 100 entre o resultado anterior e o resultado esperado e verifica-se o resultado da análise posterior. Supomos que tivesse sido 0,48%, o que corresponderia a um rendimento de 90,5%.

%Cr originado na Sucata	0,10%
Teor de Cr esperado	0,52%
Teor de Cr analisado	0,48%
Teor de Cr analisado - %Cr originado na Sucata	0,38%
Rendimento (0,38% x 100 / % Cr adicionado)	90,5%

Alterando um pouco esse exemplo, poderíamos ter um resultado após a adição de 0,75%, correspondendo a um rendimento de 154,8%, ou seja, o aço teria recebido mais cromo do que realmente foi adicionado. Refazendo o mesmo cálculo, temos:

FeCrAC	500 kg
%Cr do FeCrAC	55,0%
Cromo contido no FeCrAC	275 kg

Peso Corrida	65 t
Cromo adicionado	275 kg
% Cr adicionado	0,42%

%Cr originado na Sucata	0,10%
Teor de Cr esperado	0,52%
Teor de Cr analisado	0,75%
Teor de Cr analisado - %Cr originado na Sucata	0,65%
Rendimento (0,65% x 100 / % Cr adicionado)	154,8%

Nesse caso provavelmente teríamos uma falha de apontamento da adição, não sendo verdadeira a adição de 250 kg de FeCrAC, mas bem maior, podendo estimar-se algo próximo de 768 kg em caso de rendimento de 100%, pois se Teor de Cr analisado - %Cr originado na Sucata é 0,65, efetuando o calculo reverso, temos:

Teor de Cr analisado - %Cr originado na Sucata	0,65%
Peso Corrida	65 t
Cromo que apareceu após adição do FeCrAC	422,5 kg
%Cr do FeCrAC	55,0%
FeCrAC teoricamente adicionado.	768 kg

Os diversos elementos possuem rendimentos diversos quando adicionados ao aço líquido, por isso não podemos esperar 100% de rendimento em todos. A grande maioria possui um rendimento bem menor do que isso, e outros ainda possuem variação nesse rendimento em função de condições metalúrgicas do processo de fabricação, como oxidação, temperatura, etc. Para cada elemento procuramos encontrar uma faixa válida para este rendimento, considerando falha o que ficou fora do *range* previsto. Em certos elementos químicos, onde o rendimento é muito variável, essa ferramenta não foi utilizada.

Foi necessário fazer um treinamento com os operadores, a fim de explicá-lhes o funcionamento desta ferramenta, pois o valor do rendimento deve ser

acompanhado por eles e nos casos de rendimentos fora do *range* previsto, são eles que deverão primeiro atuar em busca da causa e da respectiva correção. Caso não tenha sido localizada a causa, o sistema deverá comunicar por mensagem de email ao facilitador da célula de trabalho (chefe) com cópia para o coordenador deste trabalho. O envio desta mensagem é sistematizado, a fim de ser enviada automaticamente, sem que o operador necessite parar suas tarefas ou lembrar-se de ter que enviá-la. Essas mensagens devem ser investigadas e correlacionadas umas com as outras, buscando causas repetitivas e criando novas ferramentas de bloqueio e sinalizações de falhas previsíveis.

Essa ferramenta de cálculo do rendimento, por si só, deve reduzir a incidência de falhas, mas serve também para formar um banco de dados de casos mais graves para posterior análise.

Ao longo da aplicação deste trabalho foi utilizado um indicador para mostrar a acuracidade dos saldos de ferroligas. A acuracidade foi calculada mensalmente em função dos valores reais e os valores apresentados pelo sistema, utilizando cálculo anteriormente detalhado neste trabalho. A Figura 3 mostra a evolução deste cálculo em 2010.

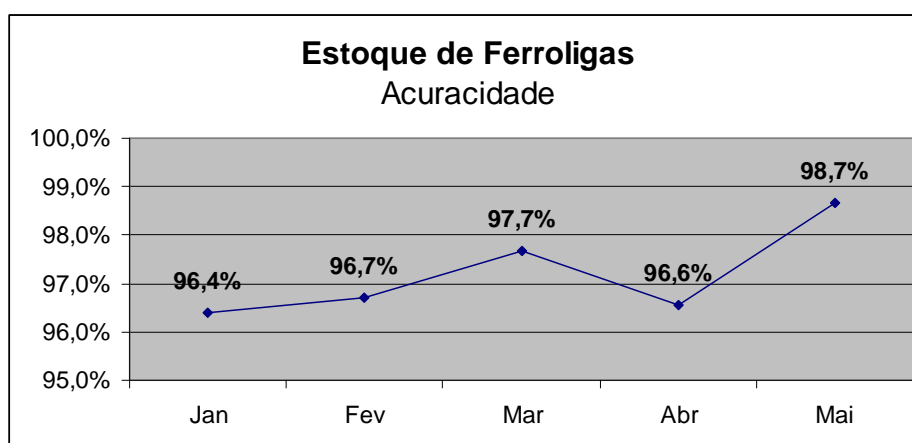


Figura 3 – Acuracidade no estoque de ferroligas

Fonte: elaborada pelo autor

Como não foi possível efetuar esses controles em todos os ferroligas, devido à grande variedade utilizada na Gerdau Charqueadas, foram elencados os principais, considerando os maiores volumes, os custos mais elevados e rendimentos de elementos de ligas mais estáveis.

7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de alcançar os objetivos propostos foram estudados os processos de fluxo de informações no registro dos estoques de ferroligas, assim como ferramentas de sistemas preexistentes para identificar pontos do processo onde poderiam ser inseridas rotinas de verificação das informações.

7.1 Elementos químicos

O aço líquido é composto por diversos elementos químicos. Os principais são: carbono, silício, manganês, fósforo, enxofre, cromo, níquel, molibdênio, alumínio, titânio, vanádio, boro, nitrogênio. Os elementos estudados e trabalhados foram quatro: o cromo, o níquel, o manganês e o molibdênio, identificados pelos símbolos Cr, Ni, Mn e Mo, respectivamente.

7.2 Ferroligas estudadas

Os ferroligas, objetos deste trabalho (ilustrados da Figura 4 até a Figura 12), foram aqueles correspondentes aos elementos acima citados. São eles:

7.2.1 Ferroligas com cromo

- FeCrAC - liga de ferro e cromo com alto teor de carbono



Figura 4 – FeCrAC

- FeCrBC - liga de ferro e cromo com baixo teor de carbono



Figura 5 – FeCrBC

7.2.2 Ferroligas com níquel

- Ni Eletr - liga com praticamente 100% de níquel, com pouquíssima impureza (e nenhum outro elemento importante a este estudo)



Figura 6 – Níquel Eletrolítico

- FeNi - liga de ferro e níquel



Figura 7 – Ferro Níquel

7.2.3 Ferroligas com molibdênio

- FeMo - liga de ferro e molibdênio



Figura 8 – Ferro Molibdênio

7.2.4 Ferroligas com manganês

- FeSiMn - liga de ferro com silício e predominantemente manganês



Figura 9 – Ferro Silício Manganês

- FeMnAC - liga de ferro e manganês com alto teor de carbono



Figura 10 – Ferro Manganês alto Carbono

- FeMnMC - liga de ferro e manganês com médio teor de carbono



Figura 11 – Ferro Manganês médio Carbono

- Mn Eletr – liga com praticamente 100% de manganês, com pouquíssima impureza (e nenhum outro elemento importante a este estudo)



Figura 12 – Manganês Eletrolítico

7.3 Células de produção do aço líquido

7.3.1 Célula FEA

“Forno Elétrico a Arco”. Essa célula tem a função de fundir a carga metálica composta basicamente por sucata e ferro gusa; e eventualmente uma pequena parcela de ferroligas. A Figura 13 traz uma foto geral da célula.



Figura 13 – Célula FEA

7.3.2 Célula Forno Panela

A Célula “Forno Panela” tem função de receber o aço líquido fornecido pelo FEA, efetuar o ajuste da composição química especificada para o tipo de aço em produção e ajustar a temperatura do aço líquido. A Figura 14 mostra uma corrida sendo produzida na célula Forno Panela.



Figura 14 – Célula Forno Panela

7.3.3 Célula VD/VOD

Anexa à célula Forno Panela, temos a célula VD/VOD, que tem por objetivo a remoção de gases do aço líquido, assim como o ajuste fino da composição química e da temperatura. A Figura 15 apresenta uma visão geral da célula VD/VOD



Figura 15 – Célula VD/VOD

7.4 Sistemas de produção

A Figura 16 apresenta uma visão global dos sistemas e o fluxo da informação.

7.4.1 Sistema MATERIAIS

Contém o cadastro dos ferroligas com seus códigos, descrições e teores de composição química, assim como o registro dos lotes recebidos entre outras informações.

7.4.2 Sistema CARGAS FRIAS

Sistema de automação que registra automaticamente sucatas e ferroligas carregados nos “cestões” (compartimento de acumulação e transporte). Normalmente contém apenas sucata, mas em alguns casos comporta também alguns ferroligas.

7.4.3 Sistema FEALIGAS

Sistema de processo que calcula a quantidade de ferroligas necessárias ao tipo de aço a ser produzido. Esse cálculo é chamado de “*peso previsto*” por

ser teórico. O cálculo baseia-se na composição química desejada, ou seja, nas faixas dos elementos químicos especificadas pelo cliente.

7.4.4 Sistema FP

Sistema semelhante ao FEALIGAS, porém aplicado à célula seguinte ao FEA, o Forno Panela ou FP. Da mesma forma efetua cálculos dos ferroligas, porém não mais teóricos, mas com base em análise da composição química do aço líquido em produção, porém o valor calculado é da mesma forma chamado de peso previsto.

7.4.5 Sistema BATCH INPUT

Sistema com a função de coletar as informações registradas nos diferentes sistemas nas diferentes etapas de produção do aço líquido, as organiza e, por fim, as “envia” ao sistema R/3.

7.4.6 Sistema STP

Sistema que transmite e armazena os resultados da análise química do aço líquido efetuada pelo laboratório químico aos sistemas FEA e FP.

7.4.7 Sistemas de Pesagem de Ferroligas

As operações de pesagem de ferroligas são automatizadas tanto na célula FEA quanto na célula FP e VD/VOD. O sistema de pesagem de ligas é chamado da mesma forma nas três células e tem a função de efetuar as pesagens desejadas e previamente calculadas para cada ferroliga. O sistema de pesagem recebe eletronicamente o nome ou código do ferroliga e a quantidade a ser pesada. A partir deste momento, são acionadas eletronicamente válvulas de aberturas do silo do ferroliga correspondente, que por sua vez permite ao material cair por gravidade sobre uma esteira posicionada sob os silos. Esta esteira encontra-se sobre células de carga, que podemos chamar de balanças, que ficam registrando o peso que está sendo recebido. Quando este peso atinge o valor solicitado, o silo é fechado fazendo com que cesse a saída do material. Após essa pesagem, a esteira é movimentada até que o material (ferroliga) pesado caia sobre um segundo

silo receptor, próprio para receber todos os materiais pesados. Em seguida é efetuada da mesma forma o segundo ferroliga solicitado repetindo o mesmo processo de pesagem e transferência, e assim por diante, até que todos os ferroligas tenham sido pesados e transferidos. Todas as informações de pesagens são simultaneamente armazenadas em banco de dados e totalizadas ao final da pesagem e transferência.

7.4.7.1 Sistema de PESAGEM DE LIGAS do FEA – Sistema de automação da célula FEA. Com base no cálculo previsto pelo sistema FEALIGAS, são efetuadas pesagens dos ferroligas a serem adicionados. Esse sistema registra o peso real dos ferroligas.

7.4.7.2 Sistema de PESAGEM DE LIGAS do FP e VD/VOD – Sistema de automação das células FP e VD/VOD. Com base no cálculo previsto pelo sistema FEALIGAS, são efetuadas pesagens dos ferroligas a serem adicionados. Esse sistema não armazena registros dos pesos reais dos ferroligas, sendo necessário serem lidos da tela a fim de registrá-los no sistema BATCH INPUT.

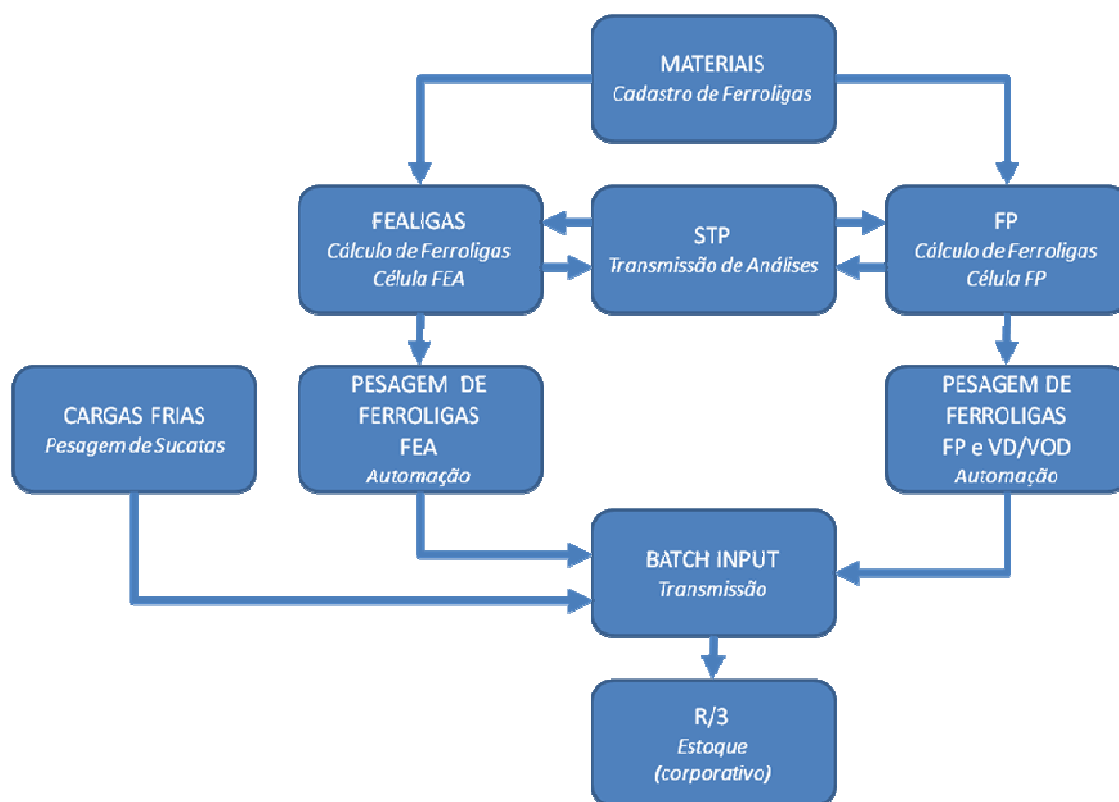


Figura 16 – Fluxo do registro dos consumos nos Sistemas

Fonte: elaborada pelo autor

7.4.8 Pesagens manuais efetuadas pelos operadores

Os operadores utilizam tanto os sistemas de cálculos, quanto os sistemas de pesagens. Operam painéis de comando e também executam operações manuais. Entre elas, a pesagem de pequenas quantidades de materiais ou grandes quantidades de ferroligas que não pertencem ao sistema de pesagem automatizado. Um exemplo é o níquel eletrolítico que, devido ao seu formato achatado e retangular, dificulta sua movimentação na saída do silo e também sua movimentação nas esteiras. Essas pesagens são feitas em balanças manuais aferidas periodicamente. O registro destas pesagens manuais no sistema fica a encargo do operador que a efetuou.

7.5 Possibilidades de falhas nos registros dos consumos

7.5.1 Pelos operadores

Muitas vezes o valor pesado pelo operador não é efetuado de imediato, pois a adição em si é sempre o mais prioritário. Normalmente a seguir vem a operação do equipamento, ligando-o ou efetuando alguma outra operação inerente ao processo. Por último vem a operação de registro no sistema. Podem ocorrer também imprevistos entre as operações citadas ou interferências, como chamadas pelo rádio, telefone ou outra situação que desvie a atenção do operador. Com isso, o registro da informação depende da habilidade de cada operador em memorizar os valores pesados, ou de tê-los anotados em um papel ou bloco de anotações. Pode ocorrer também a troca do operador, seja no início e no final do turno, ou para o intervalo do almoço, ou outro motivo. Desta forma, se as pesagens não foram ainda registradas no sistema, devem ser repassadas corretamente ao operador que estiver chegando.

7.5.2 Pelo sistema de pesagem

Por mais que tenham sido bem programados os softwares que controlam a automação, podem ocorrer falhas elétricas, mecânicas ou eletrônicas entre os componentes de automação, assim como desajuste de células de cargas, bloqueio acidental na movimentação de esteiras, etc. O software é planejado

para funcionar corretamente desde que todos seus componentes estejam em plenas condições de funcionamento também. Se um ou mais componente falha, seja por desgaste ou por pane, isso repercute no sistema como um todo, podendo resultar em um valor incorreto ou não registrado.

7.5.3 Descartes de ferroligas

Após ter sido efetuada pesagem de um ferroliga, o mesmo pode não ser utilizado devido a imprevistos na sequência de produção entre as células. Isso faz com que o material seja descartado, uma vez que não pode retornar de imediato ao silo de origem. Muitas vezes isso ocorre quando mais de um ferroliga foi pesado e transferido ao silo receptor, onde um ferroliga mistura-se a outro ferroliga. Esses materiais ficarão reservados para serem utilizados posteriormente como “ferroligas misturados”, onde não é mais possível efetuar um cálculo preciso do teor dos elementos desses ferroligas.

7.5.4 Adições de ferroligas em bolsas

Alguns tipos de aço requerem grandes adições de determinados ferroligas, como uma ou duas toneladas, por exemplo. Pesar essas quantidades no momento da produção levaria um tempo relativamente grande. Por isso, são reservadas para estes casos bolsas de ferroligas com pesos conhecidos. Assim, no momento necessário da adição, é adicionado o ferroliga, depositando a bolsa inteira com auxílio de ponte rolante diretamente dentro do equipamento. Essa adição é considerada manual e deve ser registrada pelo operador no sistema.

7.6 Ferramentas de sistemas existentes anteriormente a este trabalho

Com as ferramentas a seguir é possível sinalizar problemas de lançamento nos consumos de ferroligas ou de outros materiais:

7.6.1 Inventário do estoque de ferroligas

Mensalmente são efetuados inventários dos saldos de ferroligas em estoque e confrontados ao existente no sistema R/3. Esse inventário visa checar se o saldo físico está conforme com os saldos do sistema. A disparidade de

informação indica alguma falha de lançamento nos consumos ou nas entradas de ferroligas. Os dados e cálculos deste inventário são feitos atualmente em planilha Microsoft® Excel.

7.6.2 COGI

É uma transação do sistema R/3 que bloqueia lançamentos de consumos no caso da falta de estoque do ferroliga em questão. O fato de um lançamento real ficar bloqueado na COGI indica falha no controle de estoques, como, por exemplo, a falta de lançamento de notas fiscais de entrada de ferroligas na empresa.

7.6.3 Relatório de Rendimento KCRR

É um relatório do sistema R/3 que calcula a quantidade de material consumido versus o peso de aço produzido, efetuando cálculo de rendimento:

$$\frac{\text{Peso consumido de ferroligas e sucatas}}{\text{Peso de aço produzido}} \times 100$$

O valor excessivamente alto, muito acima de 100%, indica possibilidade de falta de registro de consumo de materiais ou falha na informação do peso produzido. O valor muito baixo indica sucatamentos durante a produção ou excesso de registro de consumo de materiais. Esse relatório não possibilita saber qual material está em falta ou excesso, apenas indica que há problema na corrida em questão.

8. FERRAMENTAS DE CHECAGEM PROPOSTAS

A seguir são apresentadas ferramentas de checagem para serem inseridas nos sistemas em pontos estratégicos a fim de auxiliar no correto registro das informações, sinalizando possíveis incorreções.

8.1 Sistema INVENTÁRIO

Desenvolvimento de um sistema de inventário, com o objetivo de efetuar permanentemente cálculo do estoque atual dos ferroligas em sintonia com os lançamentos dos consumos e com as entradas de materiais. Para cada ferroliga, exibir em ordem cronológica cada lançamento de entrada e saída, assim como o saldo acumulado, permitindo a inclusão de ajustes quando necessário. Na Figura 17 é exibida a tela principal deste sistema.

Inventário de materiais da aciaria

Filtro para materiais: Período: 14/03/2010 a 13/04/2010 Exibir saldos
 Corrida: a

Filtro para corridas: Qual: Tp Ling: Produto: BD/BN:

Material	Peso	Descrição
68130		LIGA ALUMINIO LINGOTE 96%MIN
7265		LIGA ALUMINIO PICOTE C/96%MIN
4670		LIGA FE P 16-20%
-31746,3		LIGA FE MN AC 74-78%
55810		LIGA FE NI I C/ 18%MIN
3134,5		LIGA FLOR DE S C/99%MIN
1396		LIGA TB RECHEADO BISMUTO
5089		LIGA TB RECHEADO C/CARBONO
33851		LIGA TB RECHEADO COM S C/99%
20654		LIGA TB RECHEADO C/FE B 14-18%
60151		LIGA NI ELETROLITICO C/99%MIN
9118		LIGA FE W C/70%MIN
12797		LIGA FE MO C/60%MIN
71748		LIGA TB RECHEADO C/ FE TI
562586		LIGA FE CR AC C/ 50%MIN
80990		LIGA FE SI 75 74-84%
62701		LIGA TB RECHEADO C/CA 30-33%
10273		LIGA FE NB C/63%MIN
37490		LIGA FE V
-121084		LIGA FE SI 75 68-80% GRAN PO
83619,5		LIGA FE SI MN 65-70%
47913		LIGA VERGALHAD DE ALUMINIO
98984,5		LIGA MN NITROGENADO
52141		TRIOX.MOLIB. EM 510-M-002
279880,5		LIGA MN ELETROLITICO C/ 99,5%N
27592		LIGA FESI75% BAIXO TITANIO

Data	Identificação	Peso	Saldo	Usuário	Origem
10/04/2010		281	62244		ACI
10/04/2010		877	62525		ACI
10/04/2010		340	63402		ACI
10/04/2010		437	63742		ACI
10/04/2010		267	64179		ACI
10/04/2010		350	64446		ACI
08/04/2010		13500	64796		MAT
08/04/2010		18	51296		ACI
08/04/2010		26	51314		ACI
08/04/2010		19	51340		ACI
08/04/2010		25	51359		ACI
07/04/2010		84	51384		ACI
07/04/2010		54	51468		ACI
07/04/2010		1037	51522		ACI
07/04/2010		855	52559		ACI
07/04/2010		296	53414		ACI
07/04/2010		64	53710		ACI
07/04/2010		295	53774		ACI
06/04/2010		12000	54000		MAT

Ajustes de estoque

Data Mov	Ajuste	Saldo	Usuário
26/11/2009	-17516	4900	
26/05/2008	23558	13000	
28/04/2008	-28526	14719	
26/03/2008	-21835	8950	
15/08/2007	-2500	17939	
26/07/2007	-5121	23200	
29/03/2007	11218	16000	

Figura 17 – Sistema Inventário

8.2 Cálculo do rendimento das ligas por elemento químico

Criação do cálculo do rendimento das ligas por elemento químico com bloqueio parcial ou total da corrida e posterior envio de email aos envolvidos. O cálculo do rendimento talvez seja a mais consistente destas ferramentas sugeridas, pois calcula o peso do elemento contido nos ferroligas consumidos e confronta com o teor efetivo do elemento de liga analisado.

$$\frac{\text{Peso contido do elemento do ferroligas de um mesmo elemento}}{\text{Diferença de teor do elemento entre início e final do processo de produção}} \times 100$$

Exemplo:

$$\frac{\text{Peso de FeCrAC} + \text{peso de FeCrBC}}{\text{Valor final de \%Cr} - \text{valor inicial de \%Cr}} \times 100$$

Esse cálculo permite checar com relativa precisão se houve falta ou excesso de registro para cada um dos elementos foco deste trabalho, pois uma vez analisada a composição química do aço no início, durante e ao final de sua produção, pode-se saber quanto entrou de cada elemento, não sendo possível surgir um elemento do nada, nem o mesmo desaparecer simplesmente. Existe uma pequena perda por oxidação (queima), mas que é conhecida, e permite saber o rendimento de cada ferroliga, sendo que o Ni Eletr é praticamente 100%, ou seja, cada kg de Ni Eletr adicionado com certeza deverá aparecer na análise química do aço, sendo impossível um rendimento de 50% ou de 200% por exemplo.

O cálculo deve ser efetuado no sistema FP, ao final da produção da corrida. Caso o valor calculado esteja fora dos valores de rendimento previstos para cada um dos quatro elementos objeto deste trabalho, o sistema deverá emitir uma mensagem ao operador com o resultado do cálculo e solicitando uma conferência dos valores lançados, inclusive dos valores das células anteriores, possibilitando ao operador efetuar as correções necessárias no caso de terem sido detectadas. Caso não tenha sido localizada a falha na informação, permanecendo o valor do rendimento calculado fora dos limites aceitáveis, o sistema cancela o bloqueio, porém emite mensagem de email ao controlador do estoque e ao facilitador da célula. Caso o valor do rendimento esteja excessivamente alto ou excessivamente baixo, a corrida

deve permanecer bloqueada até que seja corrigida a falha na informação. Na Figura 18 é exibida uma amostra da mensagem enviada automaticamente pelo sistema, com o valor do rendimento de uma corrida.

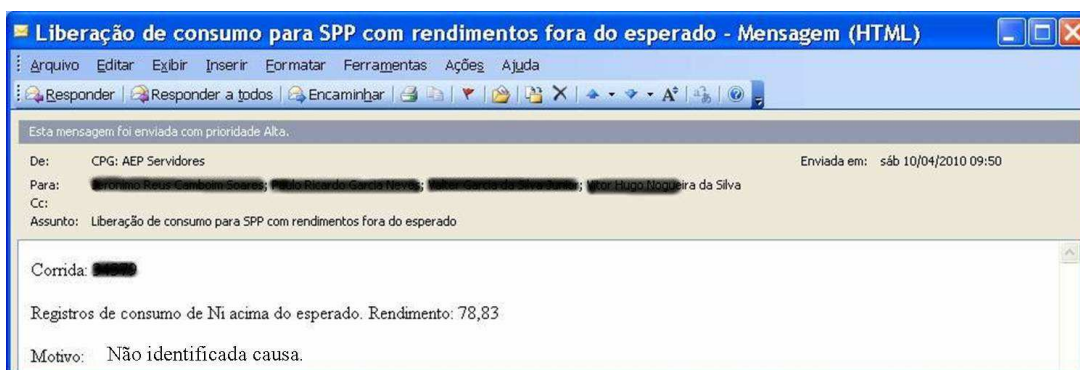


Figura 18 – Rendimento de Ligas por elemento químico

8.3 Checagem do peso real vs peso previsto de ferroligas

Criação de checagem do peso real versus o peso previsto de ferroliga e envio por email aos envolvidos. A partir dos sistemas FEALIGAS e FP são efetuados cálculos da necessidade de adição dos ferroligas ao aço, o que chamamos de peso previsto. Ao final da produção da corrida deve ser checado eletronicamente se os valores reais registrados estão em conformidade com os valores previstos. No caso de disparidade destes valores, deve ser enviada automaticamente mensagem de email ao controlador do estoque e ao facilitador da célula. Na Figura 19 é exibida uma amostra da mensagem enviada automaticamente pelo sistema, com a lista de ferroligas e os respectivos valores registrados.

Data	Corrida	OP	Qualidade	Local	Operador	Prova	Material	Codigo	Previsto	Setado	Real	Var.Previsto	Var.Setado
09/04/2010	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	PO	FeCrBC	[REDACTED]	500	3699	3701	640,2	0,05
09/04/2010	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	PS	FeCrBC	[REDACTED]	2000	0	0	100	0

Figura 19 – Checagem do peso real vs peso previsto de ferroligas

8.4 Relatório de falta de lançamentos previstos

Criação de relatório por email de falta de lançamentos previstos para uma lista de distribuição. Ao final do dia o sistema deve enviar ao controlador do estoque e ao facilitador da área a lista de materiais que tiveram o consumo previsto e não tiveram os correspondentes consumos reais. Na Figura 20 é mostrada uma amostra de um valor registrado diferente do valor programado.

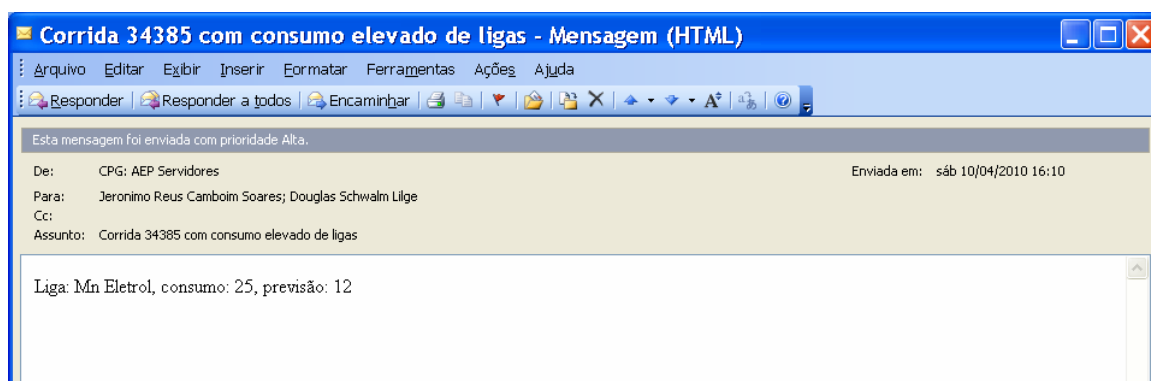


Figura 20 – Relatório de falta de lançamentos previstos

8.5 Checagem de falta de lançamento de ferroligas em bolsas

Criação de checagem de falta de lançamento de bolsas. Para alguns tipos de aço, existem grandes adições de determinados ferroligas. O sistema BATCH INPUT verifica se para os casos previstos foram efetuados os lançamentos, sinalizando via mensagem de tela que o lançamento seja feito, efetuando o bloqueio da corrida até que o mesmo seja efetuado. Por exemplo, determinado grupo de tipo de aço tem teor elevado de níquel. O níquel pode ser adicionado tanto com o ferroliga FeNi quanto com Ni Eletr, porém nunca sem adicionar nenhum destes ferroligas citados. Sendo assim, nesse agrupamento de aços, o sistema deve verificar os registros de consumos de ferroligas e, caso não exista nenhum dos dois ferroligas, deve emitir mensagem ao operador, conforme Figura 21.

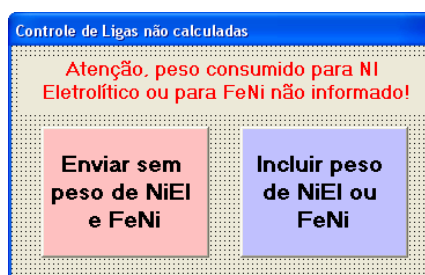


Figura 21 – Checagem de falta de lançamento de ferroligas em bolsas

8.6 Bloqueio de lançamentos de consumos durante o inventário.

Bloquear lançamentos de produção e consumos durante o inventário. Efetuar uma “parada” de lançamentos no sistema R/3 enquanto estiver sendo efetuado levantamento dos dados reais e dos dados do estoque com o objetivo de criar um momento de corte assim como permitir os lançamentos dos consumos anteriores ao inventário. Esse bloqueio dá-se da seguinte forma: as informações das corridas em produção ficam sendo armazenadas no sistema Batch Input durante o período do inventário (que dura poucas horas), sem enviá-las ao sistema R/3. Desta forma, os saldos dos ferroligas ficam “congelados” no sistema R/3, permitindo ter uma comparação mais refinada entre o saldo real dos ferroligas e o sistema.

9. UM EFEITO FAVORÁVEL NÃO PREVISTO

Um resultado positivo foi obtido a partir do cálculo do rendimento das ligas por elemento químico. Isso ocorreu com o ferroliga FeV, que não foi objeto de estudo deste trabalho.

Em uma corrida, apareceu um rendimento muito elevado para o elemento vanádio, pois na evolução dos resultados de vanádio das provas o seu valor aumentou. Para isso esperava-se que tivesse sido adicionado algum ferroliga de vanádio, como o FeV. Porém a especificação do aço em produção não previa esse elemento (que não é comum e aparece em poucos aços). Na corrida seguinte o efeito repetiu-se. E estava-se com a dúvida: “De onde está vindo este vanádio?”.

Foram realizadas reanálises das amostras do aço, a fim de confirmar ou não os teores de vanádio. Em ambas as corridas houve a confirmação, permanecendo a dúvida.

Ao avaliar em conjunto os demais elementos, verificou-se que o elemento Cr estava com o cálculo do rendimento das ligas abaixo do esperado, ou seja, “sumiu” parte do cromo que foi adicionado em ferroligas. Coincidentemente, o cromo faltante estava na mesma proporção que o excedente no vanádio.

Ao investigar o conteúdo dos silos de armazenamento foi constatado que no silo de FeCrBC havia também uma pequena quantidade de FeV, que deve ter caído acidentalmente, pois os silos destes dois ferroligas ficam um ao lado do outro. Essa falha deve ter ocorrido durante o abastecimento do silo de FeV. Ou seja, quando foi adicionado FeCrBC na corrida, na verdade adicionou-se também um pouco de FeV que estava misturado ao FeCrBC, fazendo que, com isso, resultasse em menos Cr que o esperado e em mais V que o esperado.

Nesse caso, não se esperava poder detectar falha no abastecimento de ligas como mistura entre ligas diferentes. Mas foi através do cálculo do rendimento das ligas por elemento químico que se chegou à causa deste problema.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de ferramentas de checagem nos sistemas produtivos da Gerdau Aços Especiais Brasil na unidade de Charqueadas contribuiu fortemente para um controle mais ajustado dos estoques de ferroligas. Os saldos dos estoques nos sistemas passaram a ficar mais próximos dos estoques reais, possibilitando com isso mais confiabilidade no momento de previsão de novas compras.

A introdução destas ferramentas foi muito bem aceita pelos usuários dos sistemas operativos das unidades de produção, que entenderam o sentido contributivo das checagens inseridas, reconhecendo sua importância e motivando-se para sua utilização.

O desenvolvimento das ferramentas de checagem teve amplo apoio das áreas de produção assim como da área de TI da empresa, viabilizando seu desenvolvimento e inclusão nos sistemas de produção.

As ferramentas de checagem permaneceram sendo utilizadas mesmo ao final deste trabalho, permitindo o uso contínuo de seus benefícios, evitando efeitos indesejados e reduzindo custos.

Sendo assim, ficamos satisfeitos em termos de ter tido a oportunidade de contribuir no controle dos estoques de ferroligas, nos possibilitando também maior conhecimento sobre controle de estoques, seus registros e utilização de ferramentas de sistemas de informação.

Recomendamos a permanência do uso das ferramentas de checagens criadas e sua manutenção permanente, assim como estender a aplicação das mesmas aos demais ferroligas utilizados na Gerdau Aços Especiais, Unidade Charqueadas. Sugerimos também um estudo que viabilize a implantação nas demais unidades do Grupo Gerdau.

Esperamos também, com esse trabalho, ter contribuído ao acervo acadêmico, com uma maior aproximação entre a teoria e a prática, assim como a simplificação

na aplicação de sistemas de informação mediante o uso de aplicação de ferramentas de checagem.

Ao final do trabalho, o saldo dos estoques passou a ser mais acurado. Porém não apenas pelo uso das ferramentas de checagem, mas também pelo empenho permanente dos profissionais envolvidos, suas chefias e pelos operativos que possuem um forte sentimento de responsabilidade na qualidade do serviço que prestam. Pode-se dizer que foi graças a essa predisposição da equipe de trabalho da unidade da Aciaria que foi permitido o desenvolvimento deste estudo, possibilitando assim melhores resultados e redução de custos para a empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARANTES, Aloysio Sergio. **POKA-YOKE - segurança com qualidade.** Disponível em: <<http://www2.uol.com.br/diariodovale/arquivo/2000/fevereiro/08/page/fr-colunas.htm>>. Acesso em: 04 mai.2010.
2. BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física.** São Paulo: Atlas, 1993. 368 p.
3. CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia-a-dia.** 7ª ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1998.
4. CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** 8ª ed. Belo Horizonte: Fundação do Desenvolvimento Gerencial – FDG, 1999.
5. DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão.** São Paulo: Atlas, 2005.
6. GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações.** 8ª ed. São Paulo: Thomson, 2006.
7. LIKER, Jeffrey K. MEIER. David. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2004.
8. NEVES, Marco Antonio Oliveira. **Importantes dicas para melhorar a acuracidade de estoques.** Tigerlog Consult, Hunting e Treinam.em **Logística.** 30 ago. 2008. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/acuracidade_de_estoques/24830/>. Acesso em: 17 set. 2009.
9. SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.