

Mapeamento e análise da eficiência das operações e processos de fabricação de bobinas ponto-de-venda em uma indústria gráfica goiana

Odilon José de Oliveira Neto¹
Sany Karla Machado²
Rodolfo Lagoa Lima³

Resumo

Este artigo tem por objetivo analisar a eficiência do processo produtivo de fabricação das bobinas ponto-de-venda. O estudo foi composto de quatro etapas interdependentes e inter-relacionadas. Inicialmente levantaram-se as operações e fases do processo produtivo. Na seqüência, realizou-se o mapeamento dos fluxos de operações por fase do processo. Utilizou-se da representação gráfica por meio de fluxogramas para melhor visualização das fases do processo. Para construção dos fluxogramas foi utilizado o *Software Microsoft Office Visio 2007*. Essa ferramenta possibilitou a construção de fluxos que ilustraram de maneira objetiva e realística o sistema de produção. Posteriormente, foram acompanhados cinco “batidas” (processos completos) para observação do nível de eficiência do processo produtivo de bobinas ponto-de-venda. Para avaliação da eficiência foram calculados e analisados os desempenhos referentes às operações e fases do processo. Para fins de cálculo foi utilizado o *Software Microsoft Office Excel 2007*. Os resultados obtidos permitiram uma análise quanti-qualitativa da eficiência

Recebimento: 14/6/2010 - Aceite: 25/6/2010

¹ Mestre em Agronegócio pela Universidade Federal de Goiás - UFG; Professor Assistente I da Área de Finanças do Curso de Administração da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, MG, Brasil. E-mail: professorodilon@yahoo.com.br

² Mestre em Administração pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS; Professora Assistente I da Área de Marketing do Curso de Administração da Universidade Federal de Uberlândia - UFU. E-mail: sany@pontal.ufu.br

³ Administrador pela Faculdade Alfredo Nasser - UNIFAN, Especialista em Gestão da Produção e Operações. E-mail: lagoalima@hotmail.com

do funcionamento do sistema e especificamente do processo de produção das bobinas ponto-de-venda.

Palavras-chave: eficiência; avaliação de desempenho; processo produtivo

The mapping and analysis of efficiency in operations and procedures for to make the coil sale for point in the goiania's graphic

Abstract

This article aims to analyze the efficiency of the production process of manufacturing of coils point of sale. The study was composed of four steps interdependent and inter-related. Initially rose up and operations phases of the production process. Following, there was the mapping of the flow of operations by stage of the process. Using the graphical representation by means of flow charts for better visualization of the stages. For construction of flow was used Software Microsoft Office Visio 2007. This tool enabled the construction of flows that illustrate realistic and objective way of the production system. Subsequently, they were accompanied by five "hits" (complete cases) for observation of the effectiveness of production process of reels point of sale. To evaluate the efficiency were calculated and analyzed the performance for the operations and stages. For calculation purposes we used the software Microsoft Office Excel 2007. The results showed a quantitative-qualitative analysis of the efficiency of the system and specifically the production process of the coils point of sale.

Key Words: efficiency; performance evaluation; production process

Introdução

O avanço tecnológico e as respectivas inovações nos processos produtivos somado ao aumento da competitividade entre indústrias de modo geral, são alguns dos reflexos da abertura comercial e da internacionalização dos mercados (globalização), o que conseqüentemente tem impulsionado a concorrência entre as organizações, determinando a incessante busca pela eficiência produtiva, otimização dos processos e minimização dos custos.

Nesse contexto, a implantação de padrões de qualidade e o combate aos desperdícios nos processos produtivos se tornam indispensáveis na otimização dos recursos e continuidade das operações por parte das empresas; o primeiro, por estar diretamente ligado à vontade de se agregar valor aos produtos e, em razão disso, conquistar e fidelizar clientes, o segundo, por integrar os custos de produção à manutenção das margens de lucro.

Desse modo, a indústria de transformação do papel, como diversos outros setores e/ou atividades econômicas enfrenta vários obstáculos relacionados ao gerenciamento da produção, como o desperdício de insumos e conseqüente ineficiência operacional, devido principalmente à fragilidade da principal matéria-prima, o papel, e também devido as falhas no armazenamento, manuseio, processamento, entre outros.

Em um segmento em que a otimização do uso dos recursos é essencial e também constitui-se como uma questão de responsabilidade sócio-ambiental, procura-se meios para que as atividades produtivas se desenvolvam de forma eficaz, principalmente combatendo o desperdício de insumos. Sendo assim, o presente trabalho justifica-se pela relevância da aplicação de métodos de controle voltados ao combate aos desperdícios, visando tornar os processos mais eficientes, o que pode contribuir para que a empresa alcance suas metas seguido da melhoria contínua dos índices de produtividade e definição de mecanismos mais eficazes de gestão.

No segmento de indústrias gráficas tem-se observado grande preocupação dos gestores com a otimização dos recursos disponíveis, já que muitos destes têm sido substituídos por ferramentas eletrônicas como, por exemplo, a substituição dos formulários contínuos impressos usados como comprovantes por registros fiscais eletrônicos.

Portanto, ao entender que a empresa pode utilizar ferramentas voltadas a otimização dos recursos, torna-se ainda mais relevante o investimento em novas tecnologias, na capacitação dos funcionários e na padronização das operações.

Por outro lado, no que tange o aspecto acadêmico-científico, o trabalho visa atender a uma carência por pesquisas voltadas a área fabril, mais precisamente de indústrias de transformação do papel, possibilitando o acesso a uma referência que possibilite a prospecção de novos estudos, com intuito de contribuir para geração de conhecimento.

Desse modo, ressalta-se que esse estudo tem por objetivo avaliar a eficiência do processo produtivo a partir do mapeamento das operações e análise da eficiência das mesmas, visando assim, apresentar um diagnóstico que possibilite o aperfeiçoamento do processo produtivo de uma indústria gráfica a partir das ações específicas, tais como o de mapeamento dos processos, mensuração do nível de eficiência das operações, verificação do custo do desperdício e identificação de possíveis gargalos no processo de produção das bobinas ponto-de-venda.

O processo e as medidas de eficiência

Processo é a forma pela qual um conjunto de atividades cria, trabalha ou transforma insumos, agregando-lhes valor, com a finalidade de produzir bens ou serviços para serem entregues a clientes, sejam eles externos ou internos. (CRUZ, 2002)

Condizentes com essa idéia, Corrêa e Corrêa (2005, p.107), afirmam que “produtividade é uma medida da eficiência com que recursos de entrada (insumos) de um sistema de agregação de valor são transformados em saídas (produtos)”. Para eles, as organizações, no intuito de assegurar sua competitividade e continuar com condições de manter suas operações, devem convergir seus esforços para a melhoria dos índices de desempenho. Para isso, sugerem uma avaliação constante do comportamento do processo, pela observação dos seus pontos críticos culminando na determinação de medidas coerentes de desempenho.

Martins e Laugeni (2005) também entendem que produtividade se relaciona à capacidade de uma empresa de gerar saídas. No entanto, salientam que a eficiência do processo não se limita à produção, uma vez que a agregação de valor depende da condução eficiente das etapas do processo produtivo. Essa relação entre produtividade e eficiência pode ser ilustrada com a equação (01).

$$(01) \quad P_{\text{produtividade}} = \frac{\sum \text{Outputs}}{\sum \text{Inputs}}$$

Martins e Laugeni (2005) afirmam, ainda, que avaliar e comparar a produtividade entre empresas tornou-se uma ação padrão dos gestores mais responsáveis e preocupados com a concorrência porque ela auxilia na

gerência dos fatores macroeconômicos - relacionados com a produção de riqueza e microeconômicos - relacionados com o retorno sobre os investimentos.

Para Corrêa e Corrêa (2005), existem duas classes gerais de medidas de produtividade: a produtividade total e a produtividade parcial dos fatores envolvidos na produção.

- Produtividade total dos fatores: razão entre o produto real bruto mensurável (unidades prontas, unidades parcialmente acabadas e outros produtos ou serviços associados à produção) e a soma de todos os correspondentes insumos mensuráveis, ou seja, a fração entre as saídas do processo e suas entradas, conforme pode ser observado na equação (02).

$$(02) \quad P_{\text{produtividade } T_{\text{total}}} \rightarrow PT = \frac{\text{Output}_{\text{Total}}}{\sum \text{Inputs}}$$

- Produtividade parcial: relação entre o produto real bruto ou líquido (valor agregado) e uma classe (específica) de insumo mensurável, ou melhor, a razão entre o produzido, medido de alguma forma e o meio (específico) de produção usada no processo, como mão-de-obra, por exemplo. Esse resultado é obtido a partir da equação (03).

$$(03) \quad P_{\text{produtividade } P_{\text{arcial}}} \rightarrow PP = \frac{\text{Output}_{\text{Total}}}{\text{Input}}$$

A produtividade total dos fatores é a mais ampla medida de produtividade. No entanto, apresenta problemas em sua aplicação como a heterogeneidade na natureza de medidas dos insumos usados para se calcular a razão produtos/insumos. Um exemplo desse problema, segundo Corrêa e Corrêa (2005) é a impossibilidade de se somar “homens-hora” com “killowatts-hora”, que são dois importantes insumos. Uma medida para se contornar essa adversidade é atribuir uma medida de valor para cada um dos insumos e homogeneizar a soma.

Metodologia

De acordo com Samara e Barros (2007), pesquisadores utilizam-se de diferentes nomes para caracterizar as metodologias empregadas na realização das pesquisas. Entretanto, destacam que em geral, elas não diferem em conteúdo e sim, se distinguem de acordo com as fontes de dados utilizados, a sua amplitude, e as análises de suas respectivas especificidades perante a determinação dos objetivos. Com base nos pressupostos metodológicos, quanto ao objeto, esse estudo classifica-se como levantamento, uma vez que os dados coletados foram quantificados, o que

possibilitou ainda o uso de procedimentos matemáticos para mensuração dos resultados. Entretanto, esse estudo enquadra-se conceitualmente como um levantamento de abordagem quanti-qualitativa, pois buscou-se inicialmente a mensuração de valores e no segundo momento, a análise desses resultados. Foi utilizada também a técnica de pesquisa de observação direta, a partir do acompanhamento sistemático de todas as etapas envolvidas na produção das bobinas ponto-de-venda.

Em seguida ressalta-se o mapeamento dos processos conseguido através da identificação das máquinas que fazem parte do sistema, o que permitiu a observação das operações e o acompanhamento das fases do processo produtivo. Desse modo, o objetivo da pesquisa realizada foi o de mapear as fases do processo produtivo e em seguida proceder a análise da eficiência do sistema de produção, podendo assim, apresentar um diagnóstico sobre o atual desempenho do processo produtivo como um todo.

Esse estudo foi realizado na Indústria Gráfica Papel Gyn (Nome Fictício), localizada no Município de Goiânia, Capital do Estado de Goiás. Seu parque industrial constitui-se de 12.000 metros quadrados, 28 impressoras rotativas, 5 impressoras flexográficas de banda estreita, 7 impressoras laser para aplicação de dados variáveis, entre outros equipamentos de acabamento e agregados. A empresa também atua em dois outros estados, são eles: Minas Gerais e Pernambuco.

Foi selecionado para fins desse estudo como objeto de pesquisa, o processo de produção de bobinas ponto-de-venda e suas respectivas operações e fases constituídas no sistema. Visando um melhor aproveitamento e também uma melhor eficácia no alcance dos objetivos propostos no estudo, foram diagnosticados cinco "batidas", ou melhor, processos produtivos de bobinas ponto-de-venda completos. Desse total, eliminou-se os dois que apresentaram maior desempenho e os dois que apresentaram pior desempenho. Dessa forma, pode-se compreender de forma precisa a eficiência do sistema de produção das bobinas ponto-de-venda selecionando-se como parâmetro o processo mais próximo da medida central (média), ou seja, aquele que apresentou resultados padrão de entradas (inputs) e saídas (outputs).

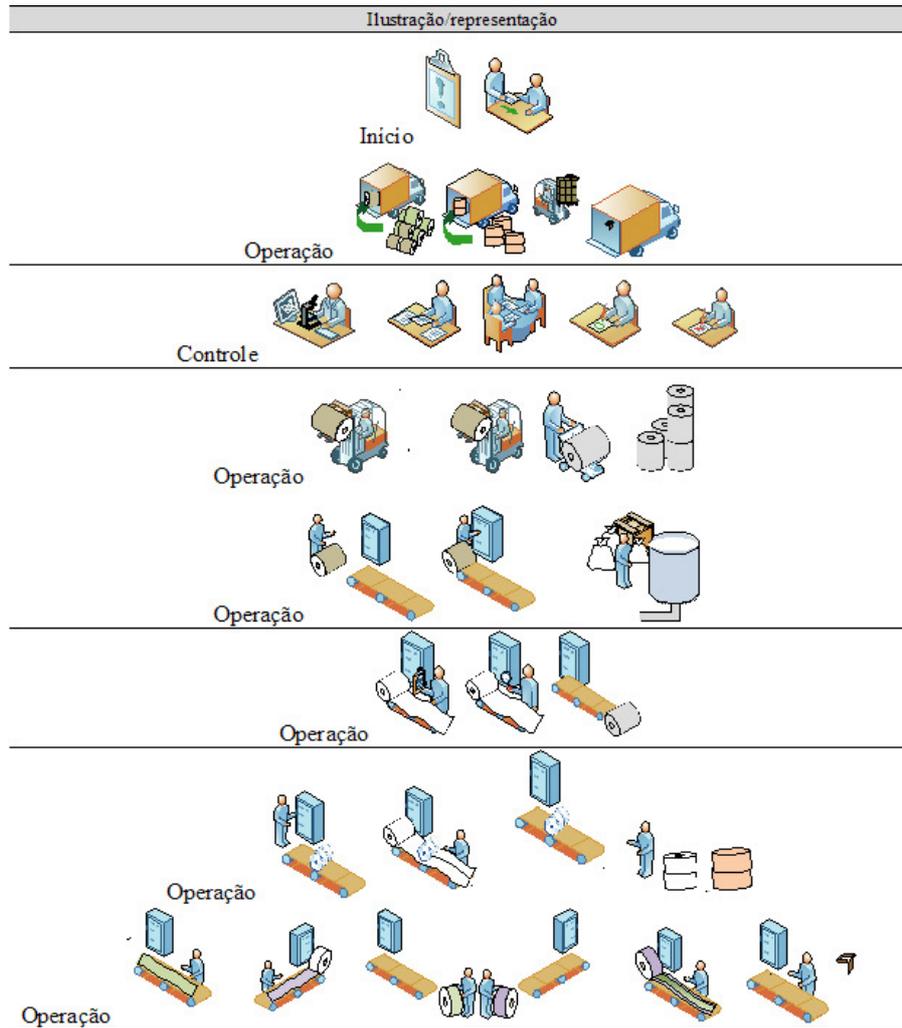
No mapeamento dos processos, destaca-se a confecção dos fluxogramas, com base na concepção de Colenghi (2007) que expõe o fluxograma como gráfico constituído por um conjunto de símbolos que ilustram as operações que compõem o processo como um todo, representando não só a seqüência das operações como também a circulação dos dados, documentos, materiais e informações.

A apresentação gráfica das operações que constituem o processo produtivo foi possível a partir da utilização de uma simbologia simplificada,

que teve como base os princípios apresentados por Colenghi (2007) somada a aplicação de figuras do software Microsoft® Office Visio® Professional 2007. A apresentação gráfica buscou facilitar o entendimento do processo e contribuir para a observação e análise dos resultados da pesquisa a partir de uma ilustração mais realística das operações contidas no processo.

Essa integração da simbologia às necessidades do mapeamento de fluxos respeitou os princípios metodológicos conforme pode observado na figura 1.

Figura 1: Integração entre simbologia de fluxo de Colenghi (2007) e Microsoft Visio 2007



Fonte: Baseado em Colenghi (2007) e Software Microsoft Visio 2007.

Em seguida, conforme ponderações de Martins e Laugeni (2005), Ritzman e Krajewski (2005), Slack, Chambers e Jhonston (2002) e, Gaither e Frazier (2001) são apresentados no quadro 1 as equações utilizadas na análise do processo que possibilitaram a quantificação dos níveis de capacidade produtiva, eficiência e desperdício. Para o cálculo dos

indicadores foram utilizadas as seguintes unidades de medida, tendo em vista que são os comumente adotados pela indústria gráfica de papel, são elas, *largura*: milímetros (*mm*); *gramatura*: gramas por metro quadrado (g/m^2); *velocidade*: metros por minuto (*m/min*); *peso*: quilogramas (*kg*) e *tempo*: horas (*h*).

A figura 2, a seguir, demonstra a fórmula utilizada para cada um dos índices levantados durante a realização da pesquisa.

Figura 2: Detalhamento das equações utilizadas para análise das operações

Índice	Sigla	Fórmula adotada	Medida
Capacidade produtiva	CP	$CP = Kg * V_{máx}$ (Dado técnico obtido com a gerência)	<i>Kg.h</i>
Produção real	PR	$PR = (Kg * V_{máx}) - (Kg * V_{real})$	<i>Kg.h</i>
Desperdício de capacidade	DC	$DC = CP - PR$	<i>Kg.h</i>
Utilização total	UT	$UT = \frac{PR}{CP} * 100$	%
Perda parcial	PP	$PP = PR * \% desperdício$	<i>Kg.h</i>
Perda total por turno de oito horas	PT	$PT = PP * 8$	<i>Kg.turno</i>
Custo do desperdício	CD	$CD = PP * R\$$	<i>R\$</i>
Capacidade efetiva	CE	$CE = PR - PP$	<i>Kg.h</i>
Eficiência da produção	EP	$EP = \frac{CE}{PR} * 100$	%
Produção efetiva	PE	$PE = \frac{CE}{CP} * 100$	%

Fonte: Inspirado em Ritzman e Krajewski (2005), Martins e Laugení (2005), Gaither e Frazier (2001) e Slack *et al.* (1999)

A seguir são apresentados os índices e suas respectivas definições:

- Capacidade produtiva (CP): é a quantidade de quilos processados em uma hora pela máquina operando em velocidade máxima.

- Produção real (PR): é a produção real da máquina levando-se em consideração a quantidade de quilos rodados com velocidade diferente da velocidade máxima.

- Desperdício de capacidade (DC): define-se como a quantidade de quilos que deixam de ser processados com a redução da velocidade da máquina.

- Utilização total (UT): é a medida em porcentagem da quantidade de quilos produzida por hora em função do que ela poderia produzir em velocidade máxima.

- Perda parcial (PP): são aquelas provenientes da quantidade de quilos desperdiçados por hora ou por bobina processada. Em suma, o desperdício é resultado de quebras de papel e desperdício do processo, que são necessários (no caso do refile de papel revestido) ou de difícil controle.

- Perda total (PT): é a soma de todas as perdas parciais durante um turno de trabalho de oito horas.

Custo do desperdício (CD): é a monetarização das perdas de acordo com o valor de mercado do quilo de papel.

Capacidade efetiva (CE): é a capacidade produtiva real da máquina por hora de processamento deduzida do desperdício parcial de papel.

Eficiência da produção (EP): é a mensuração percentual da quantidade de papel processado deduzida do desperdício em função da quantidade de quilos que deveriam ser processados por hora de acordo com a velocidade atual aplicada.

Produção efetiva (PE): é tida como é a mensuração percentual da quantidade de papel processado deduzida do desperdício em função da capacidade projetada com velocidade máxima.

Apresentação dos dados e análise dos resultados

A seguir são apresentados os principais processos envolvidos na produção das bobinas ponto-de-venda (PDV), que são comumente utilizadas em equipamentos de emissão de cupons fiscais (ECF's) e estão presentes na maioria dos estabelecimentos comerciais. Que têm seu uso regulado pelo Ministério da Fazenda através do convênio ICMS 85/01, que trata também das normas para uso de *hardwares* e *softwares* utilizados nesse tipo de registro fiscal.

A produção das bobinas PDV é composta por quatro fases. São elas: o recebimento da matéria-prima, o revestimento de papel, o corte/rebobinamento, a impressão e, por último, a intercalação das vias e acabamento na *Lemu Machine*.

Fase 1: o recebimento da matéria-prima

Foi observado a necessidade constante na indústria gráfica em estudo da verificação da qualidade da matéria-prima a ser utilizada no processo, ou seja, o papel base, tendo em vista que a não observação da conformidade da mesma com os padrões de qualidade internos pode acarretar inúmeras falhas no processo de revestimento, como paradas por

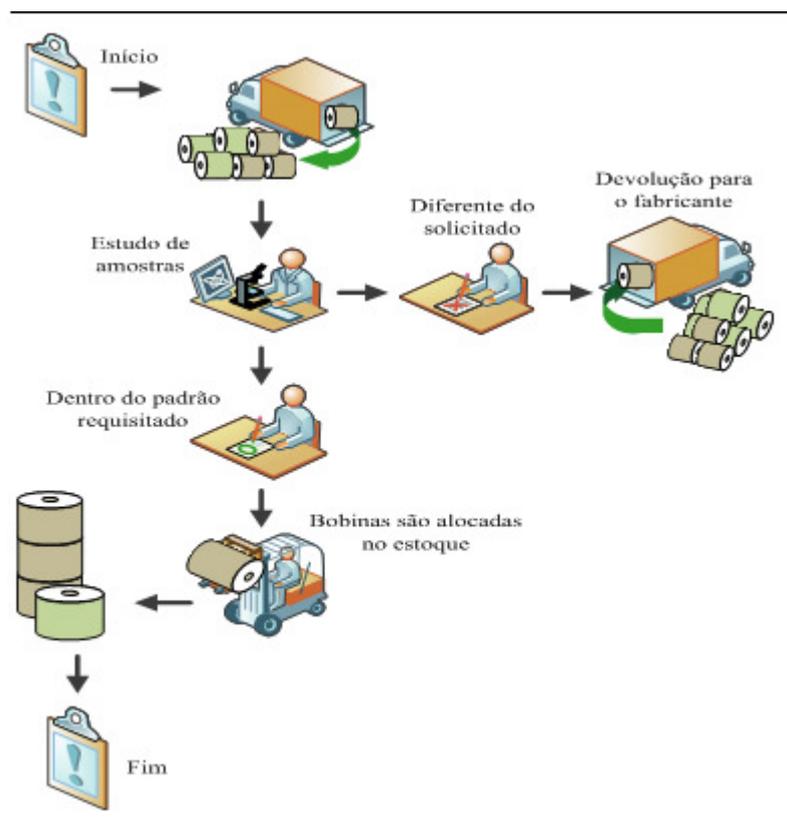
dobras (quebras) de papel ou falta de uniformidade no revestimento, que trazem consigo problemas para todas as etapas posteriores.

O processo de fabricação do papel auto-copiativo começa com o recebimento das bobinas-base sem revestimento (*uncoated*), a principal matéria-prima do processo, por parte do fabricante, que durante o estudo tratava-se da Companhia Industrial Celulose e Papel Guaíba - CELUPA, destinadas à produção de bobinas PDV, ou a *International Paper* do Brasil, destinadas à produção de formulários.

O fluxograma apresentado na figura 3 demonstra como ocorre a fase de recebimento da matéria-prima e alocação no estoque.

Observou-se na empresa, que assim que o carregamento de bobinas-base chega à fábrica, uma amostra do papel é levada ao laboratório de análise do setor de revestimento para que sejam realizados testes que conferem a gramatura real e a umidade, á que parte da qualidade está intrinsecamente relacionada à matéria-prima. O passo seguinte é a separação das bobinas conforme a gramatura e largura. A gramatura, ou gramagem, determinam a espessura e densidade do papel.

As bobinas com gramatura de 45, 48 ou 50g/m² são destinadas para a produção de formulários contínuos, por exemplo: notas fiscais e as bobinas com gramatura acima de 50g/m² são destinadas para produção de bobinas PDV. As larguras podem ser 770, 860, 925, 980, 1010, 1080, 1115, 1150, 1230 e 1390 mm, sendo que, para produção de bobinas PDV somente são utilizadas a de largura 925 e 980mm. Após essa definição, é conduzida a alocação das bobinas-base em seus respectivos locais de armazenamento.

Figura 3: Tratamento da matéria-prima

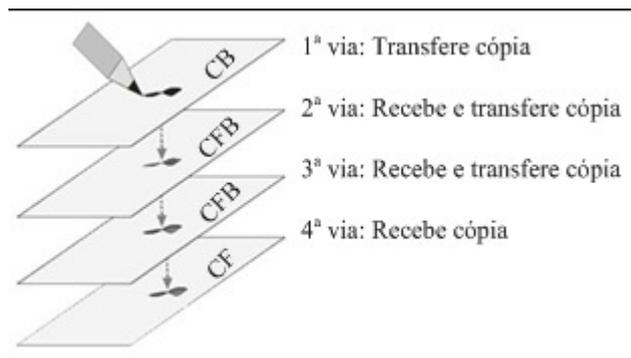
Fonte: Dados da pesquisa

Fase 2: o revestimento do papel

De acordo com o convênio ICMS 85/01, as bobinas devem ser confeccionadas com papel auto-copiativo e manter a integridade dos dados impressos pelo período mínimo de 5 anos. O papel revestido, ou auto-copiativo, é todo aquele que passa pelo processo de cobertura de sua superfície por agentes ou reagentes químicos, tais como adesivos, pigmentos de tinta, reveladores de cópia, entre outros, isso porque, ao sofrerem pressão mecânica, são capazes de transferir cópia fiel a outras vias de papel sem que seja necessária a intercalação com papel carbonado. A máquina utilizada para esse tipo de tratamento de papel é a *Coater on machine*, que é capaz de produzir basicamente cinco variedades de papel auto-copiativo,

são eles: o *coating back* (CB), o *coating front* (CF), o *coating front and back* (CFB), o *Self Contained* e o Térmico, sendo que os três primeiros são os principais. Após a separação das bobinas-base, de acordo com o fabricante do papel e a gramatura do papel, a gerência verifica as ordens de produção em aberto para definir que tipo de papel será produzido. A figura 4 ilustra como funciona o mecanismo de transferência da cópia entre os papéis auto-copiativos:

Figura 4: Funcionamento do papel auto-copiativo



Fonte: Adaptado de Nakamura (2004)

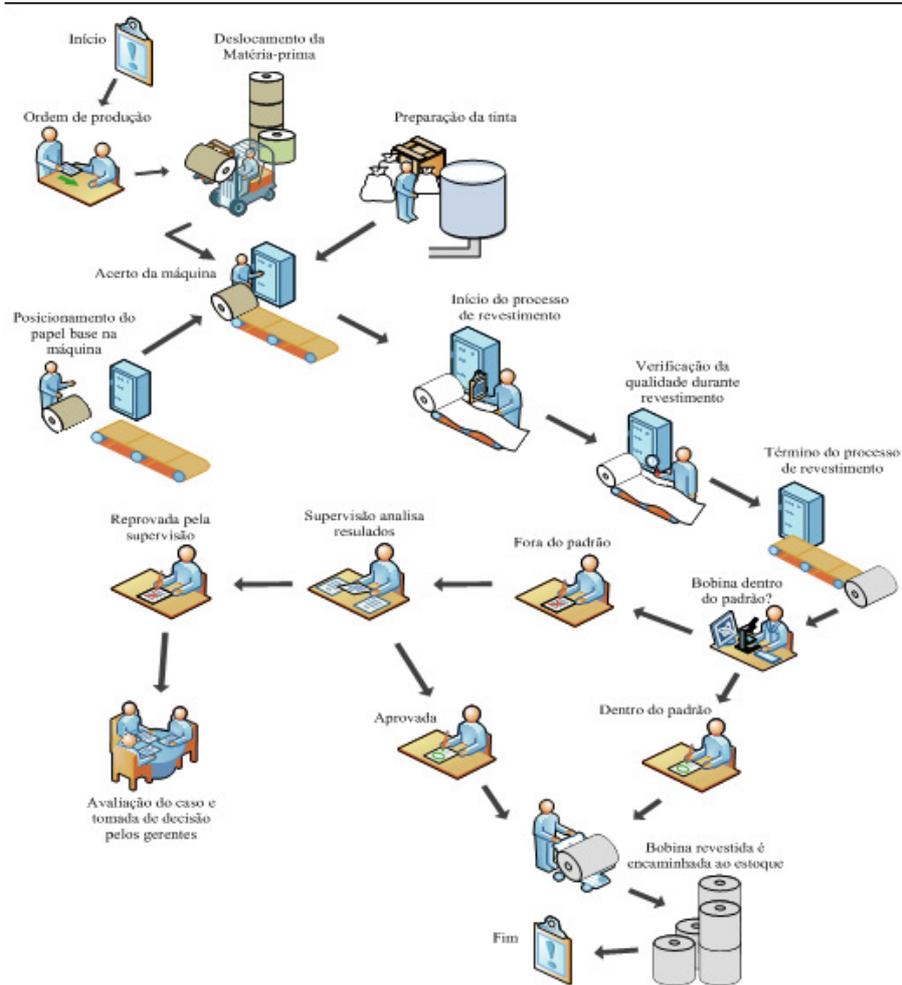
O papel CB (*coating back* ou revestido nas costas), é aquele em que a aplicação da tinta agente se dá no verso do papel base. O papel CF (*coating front* ou revestido na frente), é caracterizado pela aplicação de tinta reagente na face do papel, ou lado de cima. O CFB (*coating front and back* ou revestido em ambos os lados) é o papel que foi revestido nas duas superfícies, na face o reagente CF e nas costas o agente CB, sendo este, muito utilizado para notas e cupons fiscais, que geralmente têm mais de 2 vias. Os papéis CB, CF e CFB podem ser utilizados tanto para uso em formulários contínuos quanto para uso em bobinas PDV, porém, no segundo caso, há uma redução na quantidade de microcápsulas adicionadas à tinta CB e CFB.

Fica a cargo dos operadores a ininterrupta verificação do correto funcionamento de toda a estrutura da máquina e conformidade do papel com os padrões de qualidade. A observância de todos os critérios de produção é extremamente importante para todos os envolvidos, pois é grande a preocupação da gerência com a conformidade do papel com os requisitos do convênio ICMS 85/01 do Ministério da Fazenda, que determina que a espessura do papel utilizado deva ser padrão, com ausência de pó em

sua superfície, pois ambos impedem a fidelidade da cópia e depreciam os equipamentos ECF's dos clientes, ficando a empresa ciente que, caso ocorra esse tipo de prejuízo para os clientes, ela será penalizada. A seguir, na figura 5, é apresentado o fluxograma das operações de revestimento do papel base.

O processo de revestimento do papel é executado logo que haja uma ordem de produção em aberto. Havendo a necessidade da produção de papel para confecção de bobinas PDV, o supervisor é comunicado e solicita ao operador, auxiliar de máquina e preparador de tintas, a execução dos procedimentos necessários. O supervisor solicita a quantidade de bobinas-base necessárias para cumprir a ordem de produção para o encarregado pelo estoque, que, usando uma empilhadeira com garras apropriadas, as colocam deitadas e enfileiradas próximo à máquina. O auxiliar então trata de colocar a bobina base em um dos desbobinadores e passa o papel através da máquina até chegar ao bobinador. Enquanto isso, o operador faz os ajustes cabíveis, ajuste dos sopradores, temperatura dos fornos, entre outros secundários.

Ao preparador de tinta cabe: preparar a mistura dos produtos químicos em um batedouro situado em uma plataforma superior anexada à máquina e verificar se os canos que transportam a tinta pronta até a máquina estão corretos, já que existem 8 batedouros e 16 válvulas que determinam por que cano a tinta escoará. Antes de a máquina ser ligada são realizados testes de ph, viscosidade e teor de sólidos. Caso os resultados apontem para falta de conformidade da tinta com o padrão interno, a formulação sofre mudanças, como adição de ingredientes compensadores.

Figura 5: Processo de revestimento do papel auto-copiativo

Fonte: Dados da pesquisa

Após o término dos procedimentos necessários para início da produção, a máquina é ligada em baixa rotação até que os fornos cheguem à temperatura padrão. O número de fornos utilizados depende do tipo de papel que será fabricado: para CB PDV usam-se os três fornos superiores, para CF PDV usam-se os três fornos superiores e para CFB PDV usam-se todos

os cinco fornos. Iniciada a produção, a velocidade é controlada de acordo com a umidade mostrada no leitor de umidade.

Durante o processo de secagem de 5 a 8 mm na largura do papel base, se a umidade é baixa, deve-se aumentar a velocidade para que o papel passe mais rápido pelo forno e seque menos, se a umidade é alta, é necessário que se diminua a velocidade para que o papel seque mais. Se a mudança de velocidade necessária for grande, torna-se obrigatória nova regulação dos fornos com a máquina em pleno funcionamento. Assim que o revestimento do papel base é concluído, o auxiliar de máquina retira a bobina revestida do bobinador e a transfere devidamente identificada até o estoque de bobinas revestidas para que ocorra a cura da bobina revestida.

Análise do processo de revestimento de papel

A máquina *Coater* tem uma capacidade total projetada (CP) de 580Kg.h a velocidade de 240m/min para o caso de bobinas-base com 925m/min, e 620kg.h a velocidade de 240m/min para bobinas-base que tenham 980mm de largura. Devido a problemas relativos à dificuldade do controle de qualidade do papel quando o mesmo é revestido em alta velocidade, fixou-se como padrão a velocidade de 170m/min, o que limita a produção a 410kg.h para bobinas-base com 925mm, e 439kg.h para bobinas-base com 980mm. As perdas parciais (PP) da fase de revestimento estão atualmente em cerca de 2,0% da produção real (PR) da máquina, ou seja, 8,2kg para bobinas-base com 925mm, e 8,78kg para bobinas-base com 980mm de largura. A tabela 1 apresenta a os índices coletados para análise do processo de revestimento de papel.

Tabela 1: Capacidade produtiva da máquina *Coater*

Medidas	Largura (925mm)	Largura (980mm)
CP (kg.h)	580,0	620,0
PR (kg.h)	410,0	439,0
DC (kg.h)	170,0	181,0
UT (%)	70%	70%
PP (%)	2,0	2,0
PP(kg/bobina)	8,2	8,78
PT(kg.turno)	65,6	70,24
CDCB,CF (R\$.turno)	295,20	316,08
CDCFB (R\$.turno)	393,60	421,44
CE (kg.h)	401,8	430,22
EP (%)	98%	98%
PE (%)	69%	69%

Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se com a análise dos dados coletados *in loco*, que a redução da capacidade produtiva da máquina *Coater* visando garantir maior controle da qualidade do papel no processo de revestimento, implicou em uma redução da capacidade utilizada (UT) para 70% da capacidade projetada (CP), ou seja, a máquina deixa de produzir 170kg.h para bobinas com 925mm e 181kg.h para bobinas com 985mm.

Para bobinas com 925mm de largura, foi constatado que as perdas parciais, ou por bobina (PP), são de 2,0%, ou 8,2kg, fazendo com que a capacidade efetiva da máquina (CE) seja de 401,8kg.h, o que lhe confere uma eficiência de produção (EP) de 98%. Para bobinas com 980mm de largura, foi constatado que as perdas parciais (PP) somam 8,78kg, fazendo com que a capacidade efetiva da máquina (CE) seja de 430,22kg.h, o que lhe confere uma eficiência de produção (EP) de 98%. O índice de eficiência da produção pode ser considerado como muito satisfatório segundo o gestor da área de revestimento de papéis. Porém, um estudo aprofundado demonstra que quando se relaciona a capacidade efetiva (CE) com a capacidade projetada (CP), nota-se uma produção efetiva (PE) de 69%, ou seja, a máquina produz 31% a menos que sua capacidade.

Uma vez que o preço de mercado de 1kg de papel revestido CB ou CF custa R\$4,50 e que do CFB custe R\$6,00, calcula-se com a análise dos dados que, por turno de 8 horas, a empresa tenha perdas (CD) de R\$295,2 para CB e CF 460mm, 316,08 para CB e CF 480mm. Para bobinas CFB com 460mm o custo do desperdício é de R\$393,60, já para as bobinas com 480mm o valor sobe para R\$421,44. O passo seguinte é adequar a bobina revestida para uso nas impressoras da fábrica.

Fase 3: corte e rebobinamento

A tarefa de dar acabamento ao papel revestido que é produzido na *Coater* para que o mesmo possa ser utilizado nas impressoras rotativas *offset* fica a cargo das máquinas cortadeiras/rebobinadeiras. Elas são capazes de corrigir qualquer imperfeição de largura ou tensão do papel revestido.

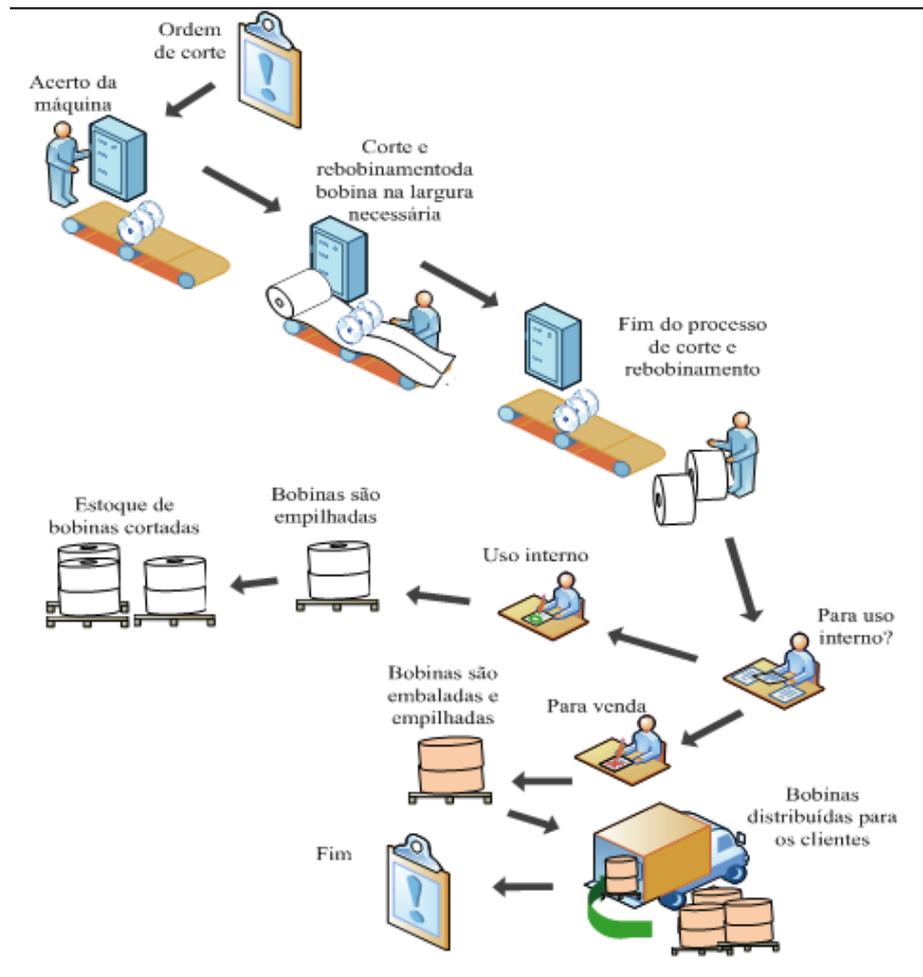
Para que as bobinas sejam aceitas nas *offset* é necessário simplesmente que as bobinas revestidas sejam divididas ao meio. No caso das bobinas revestidas com largura de 975mm, considerando que 5mm foram perdidos no processo de secagem durante a fase de revestimento, o corte/rebobinamento resultará em duas bobinas com largura de 485mm cada, com perda de 5mm retirados como refile para que a bobina saia da

máquina sem imperfeições na largura. Para as bobinas com largura de 920mm, supondo ainda que fossem perdidos somente 5mm durante a secagem no processo de revestimento, o corte/rebobinamento resultará em duas bobinas com largura de 460mm cada, sendo que para bobinas com 920mm de largura não é possível retirar refile, uma vez a prática faria o papel sair do padrão exigido na impressora rotativa. A figura 6 apresenta as operações do setor de corte e rebobinamento.

Após o período de descanso do papel, que é de um dia, no mínimo, a supervisão informa ao operador da máquina cortadeira/rebobinadeira das ordens de produção em aberto e solicita ao mesmo que execute os ajustes de máquina necessários para o início do processo de divisão das bobinas. O processo de corte/rebobinamento em máquina é automatizado e relativamente simples, cabendo ao operador somente o abastecimento da máquina com bobinas revestidas a serem processadas e a observação constante do papel durante o processamento para detectar possível falhas no revestimento, como sujeira, manchas, entre outros.

Após o término do corte/rebobinamento das bobinas que serão destinadas à venda para outras gráficas, o próprio operador fica encarregado de embalá-las com plástico-bolha, cobri-las com papelão e empilhá-las em *pallets* para posterior distribuição. Para as bobinas que serão utilizadas na própria empresa, o tratamento das bobinas se limita a empilhá-las em *pallets* e conduzi-las novamente ao estoque, devidamente identificadas.

Figura 6: Processo de corte e rebobinamento



Fonte: Dados da pesquisa

Análise do processo de corte e rebobinamento do papel

A máquina cortadeira/rebobinadeira tem uma capacidade total projetada (CP) de 770kg.h para bobinas-base com 920mm e 825kg.h para bobinas de 975mm de largura operando em velocidade máxima, 600m/min. Porém, com base no levantamento, a velocidade da máquina é limitada a 400m/min para evitar um fluxo de produção desnecessário nessa fase do processo e suas conseqüências, tais como, a dificuldade do controle da

qualidade do papel e a ociosidade iminente por parte dos operadores. Essa redução de velocidade faz com que a produção se limite a 513,33kg.h para bobinas-base de 920mm e 550kg.h para bobinas-base que tenham 975mm de largura. Observa-se que, mesmo com a redução de 33,33% na velocidade, a rebobinadeira/cortadeira leva apenas 47 minutos para processar as bobinas revestidas na *Coater*.

As perdas parciais (PP) da fase de corte/rebobinamento são de 1,0% do peso processado das bobinas com 975mm de largura, já que as com 920mm não são refiladas. A tabela 2 apresenta a os índices coletados para análise do processo de corte/rebobinamento do papel revestido.

Observa-se com a análise dos dados coletados, que a limitação da velocidade implicou em redução de 33% da capacidade projetada (CP), fazendo com que a máquina tenha um desperdício de capacidade (DC) de 256,67kg por hora para bobinas de 920mm e 275kg para bobinas com 975mm de largura, conferindo 67% de utilização total (UT) da máquina.

Tabela 2: Capacidade produtiva da máquina cortadeira/rebobinadeira

Medidas	Largura (920mm)	Largura (975mm)
CP (kg.h)	770,0	825,0
PR (kg.h)	513,33	550,0
DC (kg.h)	256,67	275,0
UT (%)	67	67
PP (%)	0	1,0
PP(kg.h)	0	5,50
PT(kg.turno)	0	44,0
CDCB,CF (R\$.turno)	0	198,00
CDCFB (R\$.turno)	0	264,00
CE (kg.h)	513,33	544,50
EP (%)	100	99
PE (%)	67	66

Fonte: Dados da pesquisa

Convém salientar que devido ao fato das bobinas revestidas na fase 1 serem processadas em menos de 1 hora, é necessário uma mudança nos cálculos para bobinas com 975mm, já que o cálculo realizado em função de horas deturpará a realidade dos índices de eficiência da produção (EP) e de produção efetiva da máquina (PE). Assim sendo, se em 60min a máquina operando em velocidade de 400m/min consegue processar uma bobina com 975mm de largura e peso de 550kg, com o processamento de 430,22kg em mesma velocidade levará 47min. Logo, se a capacidade efetiva (CE) é de

processar 550kg em 60min, tem-se que em 47min o processamento será de 426,53kg considerando o desperdício de 1% (4,31kg/bobina). Calcula-se portanto que a eficiência da produção ($EP=CE/PR$) real é de 78% e a produção efetiva real é de 52%. Aplicando-se regra de três simples observa-se que, se a capacidade efetiva real para bobinas com 975mm é de 426,53kg.h, para bobinas com 920mm de largura a capacidade efetiva real é de 402,46kg.h. A tabela 3 apresenta os dados colhidos no processo de corte/rebobinamento em função de bobinas processadas.

Tabela 3: Capacidade produtiva da máquina em função de bobinas processadas

Medidas	Largura (920mm)	Largura (975mm)
CP (kg.h)	770,00	825,00
PR (kg.h)	513,33	550,00
PRbob (kg/bobina)	402,11	430,83
UT (%)	78	78
PP (%)	0	1,0
PP(kg/bobina)	0	4,31
PT(kg.turno)	0	34,47
CDCB,CF (R\$.turno)	0	155,10
CDCFB (R\$.turno)	0	206,80
CE (kg/bobina)	402,11	426,53
EP (%)	78	78
EPbob (%)	100	99
PE (%)	52	52

Fonte: Dados da pesquisa

O desperdício nessa fase do processo só existe para bobinas com 975mm de largura e é provocado pela necessidade em se refilar o papel em 5mm. As perdas parciais (PP) perfazem 4,31kg por bobina processada, fazendo com que a capacidade efetiva da máquina (CE) seja de 426,53kg/bobina, o que lhe confere uma eficiência de produção (EP_{bob}) de 99%. Para bobinas com 920mm não foi detectado desperdício de papel, o que determina uma eficiência de produção seja de 100%. Com essa mudança no cálculo chega-se também ao resultado real do processo de corte/rebobinamento: duas bobinas de 460mm com 201,0kg para as com 920mm e, duas bobinas de 480mm com 213,0kg para as com largura de 975mm.

Considerando-se ainda que o preço de mercado do quilo de papel revestido CB ou CF seja de R\$4,50 e que seja de R\$6,00 o preço do CFB, a

análise dos dados permite afirmar que, por turno de 8 horas, a empresa tem perdas com desperdício nessa fase do processo que podem variar de R\$155,10 a R\$ 206,80 dependendo do papel desperdiçado. Após o cruzamento dos dados colhidos observa-se que a produção efetiva (PE) da rebobinadeira/cortadeira é de 52% da capacidade projetada (CP) tanto bobinas com 925mm quanto para bobinas com 975mm.

Fase 4: impressão e acabamento

De acordo com o convênio ICMS 85/01 do Ministério da Fazenda, a via destinada ao consumidor será sempre a primeira, CB, onde poderão ser impressos logomarcas, endereços e outros dados que os donos de estabelecimentos comerciais julgarem necessários. Para a via que será destinada ao fisco, que é a última via (CF), o convênio ICMS 85/01 determina que sejam impressos ao longo de toda a bobina, no verso, as seguintes informações: a inscrição “Via Destinada ao Fisco”, nome do fabricante, CNPJ e comprimento das bobinas.

Para a via intermediária, quando utilizada, não existem especificações quanto a essa fase, ficando a mesma geralmente sem impressão. Visando maior agilidade nessa fase, duas impressoras rotativas *offset* fazem o trabalho de impressão das bobinas. A designação *offset* (fora do lugar) vem do fato da impressão ser indireta, ou seja, a tinta passa por um cilindro intermediário antes de atingir a superfície do papel. A *offset* número 1 é utilizada somente para impressão de bobinas CB, ficando então a impressão das bobinas CF a cargo da *offset* 2. Concluído o processo de impressão, as bobinas são deslocadas para a máquina *Lemu*, onde é feito o acabamento final para que as bobinas sejam deixadas de acordo com as especificações do convênio ICMS 85/01 do Ministério da Fazenda.

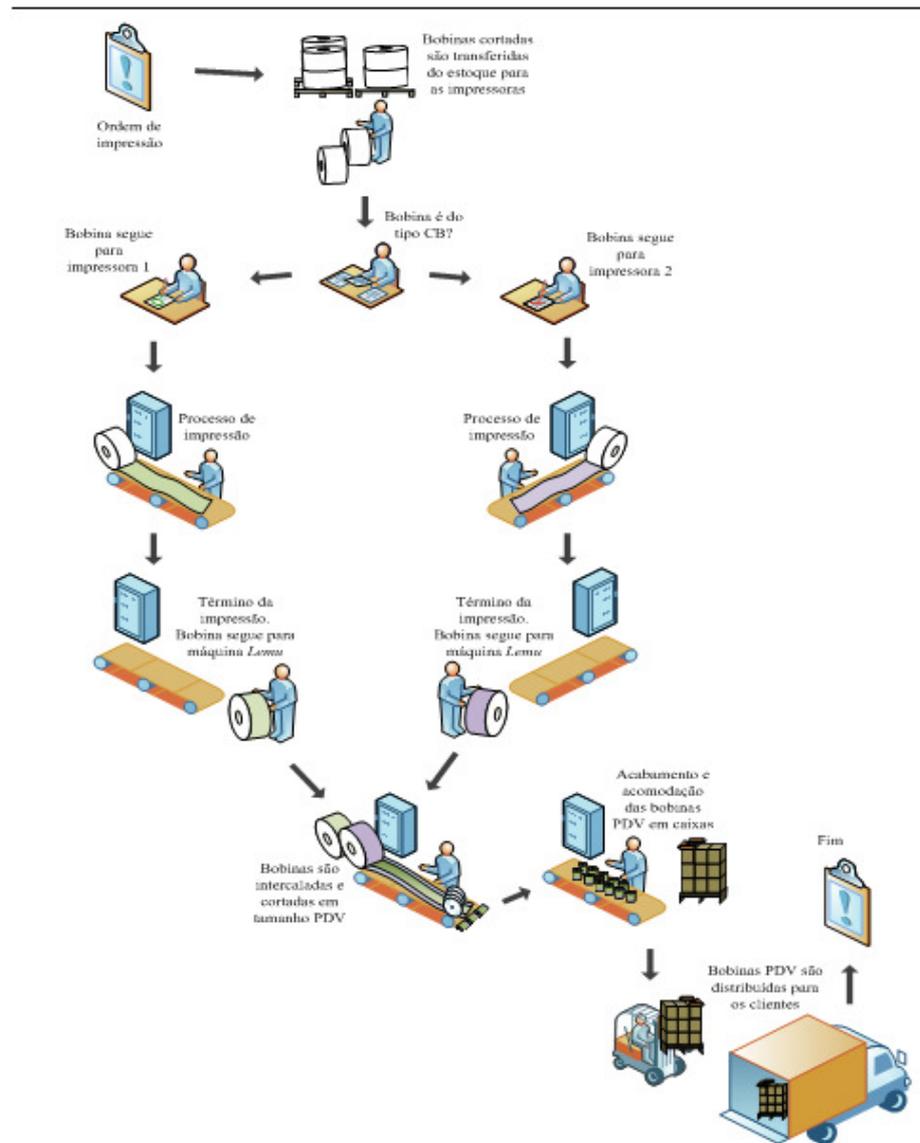
Segundo o convênio, as bobinas de uma via devem ter 40 metros de comprimento, as de duas vias 22 metros e a de três vias 14 metros, já a largura do papel dependerá do ECF do cliente. Exige-se também, o uso do tubete, que é um cilindro de plástico ou papelão onde o papel será enrolado. A figura 7 ilustra o fluxograma das operações da fase de impressão e acabamento das bobinas PDV.

Após o corte do papel na fase 3, o supervisor da área de impressão é informado sobre o andamento das ordens de produção e informa aos operadores das impressoras e da *Lemu Machine* que façam os acertos necessários.

Em seguida, o encarregado pelo estoque é orientado a fazer o deslocamento das bobinas cortadas para as impressoras. As bobinas do tipo CB são deslocadas para a impressora *offset* 1 e as do tipo CF para a *offset* 2.

Assim que as bobinas terminam de ser impressas, o operador da *Lemu Machine* e seu auxiliar conduzem as mesmas para a máquina e executam a fase de acabamento. O auxiliar de máquina é o responsável por verificar o estado geral das bobinas e acomodá-las em caixas. As caixas são empilhadas em *pallets* com altura máxima de dez caixas. Logo que o serviço seja concluído, o encarregado pelo estoque conduz os *pallets* para a área de distribuição para que, na hora determinada pelo gerente de logística, as bobinas PDV sejam entregues para os clientes.

Figura 7: Impressão e acabamento



Fonte: Dados da pesquisa

Análise do processo de impressão

As máquinas impressoras rotativas *offset* têm uma capacidade total projetada (CP) de 240kg.h para bobinas-base com 460mm e, 250,4kg.h para bobinas de 480mm de largura operando em velocidade máxima, 365m/min.

A velocidade é limitada a 200m/min, o que faz com que as bobinas de 460mm, com 201,0kg, e de 480mm de largura, com 213,0kg, sejam impressas em 1h32min e 1h33min respectivamente nas duas impressoras. Essa redução na velocidade ocorre para que o operador tenha maior controle sobre a qualidade da impressão. Para as duas impressoras, as perdas totais (PP) são de aproximadamente 3,0% e são provenientes do início do processo, em que o papel apresenta falhas de coloração. A tabela 4, apresenta os índices coletados para análise do processo de impressão das *offset*.

Tabela 4: Capacidade produtiva das máquinas impressoras rotativas *offsets* 1 e 2

Medidas	Largura (460mm)	Largura (480mm)
CP (kg.h)	240,0	250,4
PR (kg.h)	131,5	137,2
DC (kg.h)	108,5	113,2
UT (%)	45	45
PP _{bob} (%)	3,0	3,0
PP (kg/bobina)	6,03	6,39
PT (kg.turno)	31,4	32,88
CD _{CB,CF} (R\$.turno)	140,40	147,96
CE (kg.h)	127,6	133,01
EP (%)	97%	97%
PE (%)	53%	53%

Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se com a análise dos dados coletados, que a limitação da velocidade implicou em redução de 55% da capacidade projetada (CP), conferindo 45% de utilização total (UT) das máquinas.

Para bobinas com 460mm, as perdas parciais por bobinas rodadas (PP) perfazem 6,03kg. Para bobinas com 480mm as perdas são de 6,39kg.

Como cada bobina com 460mm de largura leva 1h32min para ser impressa, por turno são impressos 1.048,6kg, logo, o desperdício por turno

será de 31,4kg, que custará a empresa R\$141,30. Para as bobinas com 480mm de largura, o total impresso por turno é de 1.099,3kg com desperdício de 32,9kg, que custará a empresa R\$148,41.

Após o cruzamento dos dados, observa-se que a produção efetiva (PE) das impressoras rotativas *offset* 1 e 2 são de 53% da capacidade projetada (CP) tanto para bobinas com 460mm quanto para as com 480mm de largura.

Análise do processo de acabamento

Como o comprimento das bobinas PDV pode ser de 14, 22 ou 40 metros, as *Lemu Machine* não são habilitadas para operar em velocidade constante. A máquina é iniciada e automaticamente desenvolve aceleração de forma gradativa até que a bobina alcance o comprimento exigido pelo cliente, em seguida, os freios da máquina são então ativados e o operador passa as bobinas PDV para que o auxiliar revise e as coloque em caixas. As *Lemu Machine* da empresa têm uma capacidade total projetada (CP) de 200kg.h para bobinas-base com 460mm e 417kg.h para bobinas de 480mm de largura operando em velocidade máxima, 365m/min. A tabela 5 apresenta os índices coletados para análise do processo de acabamento das bobinas PDV.

A análise dos dados permitiu observar que a *Lemu Machine* é a única que alcança a totalidade de sua capacidade produtiva (CP). Desde o peso das bobinas-base até a velocidade das máquinas são calculados pela gerência de forma que esse desempenho ocorra, pois, como não há como programar velocidade máxima na máquina *Lemu*, ela poderia se tornar um gargalo em potencial caso o peso das bobinas que são processadas fosse muito alto.

Tabela 5: Capacidade produtiva da máquina *Lemu*

Medidas	1 via Largura (460mm)	1 via Largura (480mm)	2 vias Largura (460mm)	2 vias Largura (480mm)	3 vias Largura (460mm)	3 vias Largura (480mm)
CP (kg.h)	200	200	400	400	600	600
PR (kg.h)	200	200	400	400	600	600
UT (%)	100	100	100	100	100	100
CE (kg.h)	200	200	400	400	600	600
EP (%)	100	100	100	100	100	100
PE (%)	100	100	100	100	100	100

Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que a mudança no número de vias faz com que a capacidade projetada seja multiplicada pelo número de vias utilizadas. Isso ocorre porque as bobinas são processadas simultaneamente para serem intercaladas e isso não interfere na velocidade ou tempo que o processo leva para ser executado. Convém salientar que as bobinas com 460mm de largura chegam a *Lemu* com 194,8kg e as bobinas com 480mm chegam com 206,6kg, sendo elas processadas em 58min e 62min respectivamente, no entanto, os índices de produção real (PR) não serão alterados, já que o peso do papel, nesse caso, é que interfere no tempo de processamento. Ou seja, se as bobinas tivessem peso de 200kg, estas seriam processadas em 1 hora.

Como não há desperdício da capacidade (DC) de acordo com os dados levantados, a utilização total (UT) da capacidade da *Lemu Machine* fica estabelecida em 100%. Os níveis de eficiência da produção (EP) e produção efetiva (PE) são relacionados com os índices de desperdício do processo, logo, como não foi detectado nenhum foco de desperdício, tais índices de produção não são afetados e ficam estabelecidos em 100%.

Conclusões

O presente trabalho realizado teve como objetivo o levantamento do nível de eficiência das atividades envolvidas na produção de um dos produtos mais importantes da indústria gráfica Papel Gyn Formulários Ltda., bem como mensurar índices de desperdício e apontar falhas no processo produtivo.

No desenvolvimento do trabalho apresentado foram utilizadas obras de estudiosos de renome e autores que revelaram a importância da melhoria dos processos através da gestão da produção e do conhecimento das atividades envolvidas no mesmo, bem como as ferramentas necessárias para o levantamento dos índices de desempenho da produção.

Através da análise sistemática de todas as operações mapeadas e cálculos dos indicadores, percebeu-se que os níveis de desperdício dos processos causam perdas consideráveis de dinheiro e acarretam maior consumo de matéria-prima, o que indiretamente também afeta o meio ambiente.

O estudo mostrou que os índices de capacidade efetiva das máquinas *Coater*, rebobinadeira/cortadeira e impressoras *offset* foram resultados de medidas tomadas pela gerência no intuito de se evitar um gargalo na *Lemu Machine*. A diminuição da velocidade das máquinas foi justificada como necessária para o melhor controle da qualidade, entretanto, conclui-se que o controle da qualidade é mais dependente do nível de capacitação dos operadores do que pela velocidade das máquinas.

Como foi levantado, o setor de celulose e papel vem gerando receitas cada vez maiores, e isso se traduz na indústria, com mais vendas de produtos e serviços. Logo, é importante por parte da administração a revisão dos índices de capacidade produtiva das máquinas bem como o investimento em uma máquina *Lemu* que tenha uma maior capacidade, para que a demanda dos clientes não se traduza em gastos cada vez maiores com horas-extras. Fator que é iminente, ao passo que os índices de capacidade projetada, utilização total, capacidade efetiva e eficiência da produção da *Lemu Machine* parecem não traduzir com realidade (maquear) a falta de produtividade do processo de produção das bobinas PDV.

Sendo assim, o presente trabalho demonstrou-se relevante por permitir ações corretivas que visem não só o lucro, mas também o combate ao desperdício de uma matéria-prima que em sua maioria tem como fonte a derrubada de árvores e extração de recursos escassos do meio ambiente. Destaca-se ainda a colaboração do presente trabalho considerando o limitado número de obras relacionadas ao estudo das atividades produtivas do setor gráfico e de transformação do papel, bem como, servir como instrumento de apoio para estudiosos que se proponham a desenvolver pesquisas referentes ao tema.

Referências

COLENGHI, Vitor Mature. **O&M e qualidade total: uma integração perfeita**. 3. ed. Uberada: Ed. V. M. Colenghi, 2007.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

CRUZ, Tadeu. **Sistemas organizações e métodos: estudo integrado das novas tecnologias de informação**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GAITHER, Norman.; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

MARTINS, Petrônio Garcia.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Convênio ICMS 85/01**. Disponível em: <http://www.fazenda.gov.br/confaz/confaz/Convenios/ICMS/2001/CV08501.htm>. Acesso em: 05 de janeiro de 2008.

RITZMAN Larry P.; KRAJEWSKI Lee J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

SAMARA, Beatriz S.; BARROS, José C. **Pesquisa de marketing: conceitos e metodologia**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice-Hall, 2006.

SLACK, Nigel.; CHAMBERS, Stuart.; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel.; CHAMBERS, Stuart.; HARLAND, Chistine. HARRISON, Alan. JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.