

Avaliação do desempenho ambiental com o reflexo econômico de microempresa por meio da CCFM

O presente estudo foi realizado para avaliar o desempenho ambiental, bem como o reflexo econômico, do processo de fabricação de material impresso em microempresa, de Teresina, Piauí, por meio da aplicação da Contabilidade de Custo de Fluxo de Material (CCFM). Utilizando-se a técnica de observação direta e anotações em diário de campo, pode-se determinar e analisar o fluxo de materiais e de energia no processo produtivo estudado. A pesquisa documental foi realizada coletando-se dados contábeis e gerenciais, relacionados com o processo de fabricação de material impresso da microempresa. Os resultados apontaram que os desperdícios totais atingiram 41,6% do total de custos de todo o processo de fabricação do material impresso. Observou-se que na fase de impressão, houve a maior perda na produção se comparado ao total dos desperdícios, 70,5%. O acondicionamento e proteção da máquina de imprimir, da matéria-prima e insumos utilizados e a redução em 14,5% da área de cada folha de papel impresso destinado ao produto acabado, foram indicados como os principais componentes para redução das perdas advindas da produção, o que poderia constituir benefício econômico e ambiental pela redução dos desperdícios. A CCFM representa uma ferramenta importante na identificação dos custos ambientais ocultos, identificando os pontos críticos do processo produtivo que causam desperdício, com interferência nos custos de produção e reflexos nos aspectos ambientais e econômico.

Palavras-chave: CCFM; ISO 14051; Gestão Ambiental; Contabilidade Ambiental.

Evaluation of environmental performance with the economic reflection of micro-enterprises through CCFM

The present study was carried out to evaluate the environmental performance, as well as the economic impact, of the printed material manufacturing process in a microenterprise, in Teresina, Piauí, through the application of Material Flow Cost Accounting (MFCA). Using the technique of direct observation and notes in a field diary, it is possible to determine and analyze the flow of materials and energy in the studied production process. Documentary research was carried out by collecting accounting and management data related to the micro-enterprise's printed material manufacturing process. The results showed that total waste reached 41.6% of the total costs of the entire printed material manufacturing process. It was observed that in the printing phase, there was the greatest loss in production compared to total waste, 70.5%. The packaging and protection of the printing machine, the raw material and inputs used and the 14.5% reduction in the area of each sheet of printed paper destined for the finished product, were indicated as the main components for reducing losses arising from production, which could constitute an economic and environmental benefit by reducing waste. The MFCA represents an important tool in the identification of hidden environmental costs, identifying the critical points of the production process that cause waste, with interference in production costs and reflections on environmental and economic aspects.


Keywords: MFCA; ISO 14051; Environmental management; Environmental Accounting.

Topic: **Contabilidade Ambiental**

Received: **06/06/2022**

Approved: **28/06/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

José Santana da Rocha 

Universidade Federal do Piauí, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2990089494101644>

<http://orcid.org/0000-0002-1446-4709>

santana.rocha@hotmail.com

João Batista Lopes 

Universidade Federal do Piauí, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/9290110922915871>

<http://orcid.org/0000-0002-0133-4366>

lopesjb@uol.com.br

José Machado Moita Neto 

Universidade Federal do Piauí, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5047924139977100>

<http://orcid.org/0000-0003-3268-1907>

jose.machado.moita.neto@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.006.0023

Referencing this:

ROCHA, J. S.; LOPES, J. B.; MOITA NETO, J. M.. Avaliação do desempenho ambiental com o reflexo econômico de microempresa por meio da CCFM. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.6, p.294-306, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.006.0023>

INTRODUÇÃO

Melhorar os processos produtivos, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, tornou-se um objetivo cada vez mais comum a ser alcançado pelas organizações contemporâneas. O consumo desenfreado, o esgotamento dos recursos naturais, a geração de resíduos em massa, a poluição generalizada, a criação de instrumentos normativos, visando a proteção e preservação ambiental, tem levado muitas organizações a repensarem suas formas de produção para se adaptarem ao cenário sustentável nos amplos setores produtivos da sociedade.

Neste sentido, os indicadores de sustentabilidade constituem instrumentos indispensáveis nos diversos sistemas integrados de produção, em que se busca a utilização de tecnologias mais limpas. Assim, a contabilidade de gestão ambiental tem contribuído significativamente nesses processos de integração, por meio do fornecimento de informações econômicas e ambientais, facilitando a tomada de decisões estratégicas, de modo a proporcionar melhoria na produção sustentável, sem perda de eficiência econômica e com adequado ganho ambiental.

Dentre as ferramentas da contabilidade de gestão ambiental, que podem ajudar as organizações a compreenderem melhor o modo de utilização de matérias-primas, insumos e energia em seus processos produtivos, bem como analisarem suas práticas em relação a gestão de resíduos decorrentes de seus fluxos produtivos, encontra-se a Contabilidade de Custos de Fluxo de Material (CCFM). Trata-se de uma técnica que aplicada de forma correta, é capaz de rastrear os fluxos de material (matéria-prima, insumos, produtos auxiliares) e energia (eletricidade, combustível, vapor, etc.) de determinado processo produtivo. Tal recurso se fundamenta pela geração de dados, que podem colaborar na compreensão dos fatores que interferem nas melhores práticas fabris, além de identificar caminhos, que podem conduzir à melhoria no desempenho das organizações, uma vez que disponibiliza informações direcionadas à redução dos custos corporativos, contribuindo para a diminuição dos desperdícios, tendo como consequência melhor uso dos recursos naturais, menor geração de resíduos e, como efeito, a mitigação de impactos nocivos ao meio ambiente.

Como diferencial, a CCFM pode ajudar na modernização dos sistemas contábeis e gerenciais, tendo em vista que com o uso dessa ferramenta, podem ser identificados os custos ocultos dentro da produção (custos não visíveis decorrentes dos resíduos gerados no processo de fabricação), possibilitando otimizá-los, diferentemente da contabilidade de custos convencional, que agrega todos os custos ao produto acabado, sem levar em consideração a valoração dos desperdícios e as ineficiências dos fluxos de material e energia advindos da produção.

Nesse contexto, o presente estudo partiu da seguinte questão-problema: é possível por meio da aplicação da Contabilidade de Custo de Fluxo de Material (CCFM) avaliar o comportamento ambiental, contemplando desperdícios, bem os reflexos no aspecto econômico em microempresa do ramo industrial? Neste contexto, o presente estudo foi realizado para avaliar o desempenho ambiental, bem como o reflexo econômico, do processo de fabricação de material impresso em microempresa, de Teresina, Piauí, por meio da aplicação da Contabilidade de Custo de Fluxo de Material (CCFM).

REVISÃO TEÓRICA

Aspectos gerais do método CCFM

Segundo Wagner (2015), estudos sobre fluxos de material na indústria sob o aspecto físico e monetário foram discutidos, na Alemanha, nas décadas de 20 e 30 do século XX e tiveram aprofundamento, durante os anos 60 e 70, com ênfase em medidas técnicas de proteção ambiental. O autor ressalta, ainda, que a CCFM não evoluiu da contabilidade clássica, mas sim, da gestão ambiental, servindo de elo entre os sistemas contábeis e gerenciais. Contudo, a ferramenta está padronizada como parte da contabilidade de gestão ambiental.

A CCFM nasceu por meio de um projeto de pesquisa de gestão ambiental na empresa têxtil Kunert, no sul da Alemanha, conduzido pela Imu-Augsburg, instituição de pesquisas e consultorias afiliada à Universidade de Augsburg e liderada pelo Professor Bernd Wagner no final da década de 80 e início dos anos 90 do século XX (WAGNER, 2015; MBEDZI et al., 2018).

Durante os anos 1990, a empresa Kunert publicou seus primeiros relatórios com informações ambientais, o que chamou atenção da imprensa e governo alemão e, posteriormente, de universidades e do governo japonês (WAGNER, 2015). Após experimentos e aplicações, principalmente em empresas japonesas, em 2011, a *International Organization for Standardization* (ISO) padronizou a CCFM dentro da família de normas ISO de gestão ambiental nomeada de ISO 14051:2011, estabelecendo diretrizes gerais para a implementação da CCFM (DOORASAMY, 2015; WAGNER, 2015).

Como principal objetivo da ABNT NBR ISO 14051, encontra-se o de oferecer uma estrutura geral para a CCFM, de modo que essa ferramenta sirva de base para adaptação e aplicação em qualquer empresa, que utilize material e energia em seus processos de fabricação sem considerar o porte, produto, estrutura, localização, independentemente de sistemas de gestão ambiental, contábil ou gerencial existentes (ABNT, 2013).

Para Doorasamy (2015), a CCFM é um poderoso método de gestão ambiental direcionado para indústrias tendo em vista o potencial que esta ferramenta tem de contribuir com estas organizações a perceberem que, “ao aumentar a transparência das perdas materiais, as empresas podem reduzir os impactos ambientais e melhorar a eficiência dos negócios”.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013) destaca que a CCFM é capaz de promover “aumento na transparência das práticas de uso de materiais e energia por meio do desenvolvimento de um modelo de fluxo de material que rastreia e quantifica os fluxos e estoques de materiais dentro de uma organização em unidades físicas”.

Para Behnami (2019), com a aplicação da CCFM, se tem condições de analisar as relações de entrada e de saída do fluxo de material no processo produtivo, com base nos pressupostos do balanço de massa, em que não se verifica perda de material e de energia, durante o fluxo de produção, porém, ocorre transformação em quantidade semelhante, na saída desse fluxo, distribuída em produto acabado e perdas (desperdícios ou resíduos), advindos do processo de transformação.

A CCFM promove o rastreamento das variações de estoque de materiais em unidades físicas (massa, volume, etc.), possibilitando a análise dos custos relacionados aos fluxos de materiais, com perspectiva de se identificar informações motivadoras, que resultem em benefícios financeiros e mitigação de impactos nocivos sobre o meio ambiente (ABNT, 2013; DOORASAMY, 2015).

Neste sentido, Doorasamy (2015) afirma que a CCFM pode ser caracterizada como um método vinculado à gestão “com o objetivo de gerenciar os processos de fabricação no que diz respeito aos fluxos de materiais, energia e dados para garantir que o processo de fabricação prossiga com eficiência”. Ressalte-se que todos os materiais derivados de um processo de produção são rastreados pela CCFM que os divide em duas categorias: Produto Positivo (produtos desejados que podem ser vendidos) e Produto Negativo (indesejados, como resíduos e emissões) (TAKAKUWA et al., 2014; KASEMSET et al., 2015; BEHNAMI, 2019).

Takakuwa et al. (2014) relatam que a vantagem significativa, propiciada pelo uso da CCFM, está em analisar e poder otimizar a quantidade de resíduos gerados em determinado processo produtivo, tendo em vista que “esses resíduos, ou produtos negativos, geram grandes quantidades de encargos ambientais devido ao excesso de estoque inutilizável e ao processamento inativo”.

A aplicação da CCFM é baseada no balanço de massa, em que se considera, após o processo de produção (saída), todos os produtos negativos (desperdícios, resíduos, emissões). Dessa forma, pode-se considerar os custos de desperdícios, o que diferencia da contabilidade de custos convencional, que negligencia os custos ocultos nas perdas oriundas da produção. Assim, o principal foco da CCFM está em analisar e caracterizar os produtos negativos (perdas de material) e, posteriormente, oferecer sugestões, as quais possam melhorar a produção, com a redução do consumo de materiais e insumos, diminuição das perdas, bem como aumentar a eficiência e transparência nos fluxos de materiais e, conseqüentemente, mitigar os impactos ambientais adversos com reflexos direto em termos econômicos.

Para Lazo et al. (2013), pela CCFM é possível se identificar com clareza “o verdadeiro custo dos resíduos, tratando-os como um produto negativo separado; quantidades apropriadas de custos são alocadas aos resíduos proporcionalmente aos pesos do produto e da produção que não é do produto”. Destaca-se ainda, em relação ao balanço de massa, que o total de materiais de entrada em um centro de produção deve ser igual ao da saída, ou seja, a soma do produto positivo e negativo (SAHU et al., 2021).

Para a implementação da CCFM é necessário seguir alguns critérios propostos pela ABNT NBR ISO 14051. Para tanto, faz-se necessário apresentar os principais elementos e etapas para que a aplicação da ferramenta possa ser realizada da forma mais confiável e eficiente possível. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013) destaca quatro elementos fundamentais da CCFM: a) Centros de Quantidade (CQ's), que são partes selecionadas dentro de um processo, onde as entradas e saídas são quantificadas em unidades físicas e monetárias; b) Balanço de Materiais que representa o demonstrativo de comparação entre as quantidades de materiais com as saídas (produto e perda de material), bem como as variações de inventário com o propósito de identificar lacunas de dados ou materiais significativos que estejam ausentes na análise; c) Cálculo dos Custos que representa os critérios de alocação de custos para os materiais utilizados; d) Modelo de Fluxo de Material definido para que se possa implantar a ferramenta.

Em relação a análise dos custos, a ISO 14051 determina quatro tipos a serem considerados na implementação da CCFM: a) Custos de Material (inclui custo de compra de matéria-prima, insumos); b) Custos de energia (inclui eletricidade e custo de compra de combustível); c) Custos do sistema (inclui custo de mão de obra, custo de depreciação, custo de transporte e custo de manutenção); d) Custo de gestão ou disposição de resíduos (inclui custo de manuseio de resíduos) (DUNUWILA et al., 2018; SAHU et al., 2021). É relevante destacar que a ISO 14051 deixa a critério da organização unificar os custos de material e energia ou calculá-los, separadamente, no momento de aplicação da CCFM.

Assim, no balanço de massa para determinado CQ, o total de entrada de certo material, levando-se em consideração as variações de inventário (saldo de estoques), é igual ao total de material da saída, se somado tudo destinado ao produto final (positivo), incluindo as perdas no processo (produto negativo). Logo, os valores de entrada, adicionados ao inventário inicial com todos os custos necessários para a produção dentro do CQ se subtraído dos valores não utilizados (inventário final) devem ser iguais ao total da saída.

As etapas de implementação da CCFM são baseadas no ciclo de melhoria contínua PDCA: Plan (Planejar); Do (Fazer); Check (Checar) e Act (Agir). O ciclo PDCA, “é uma ferramenta de gestão que visa melhorar e controlar os processos e produtos de forma contínua” (ALVES, 2015). Criado por Walther Shewhart e aperfeiçoado por William Edwards Deming, o ciclo tem como objetivo, por meio de atividades planejadas, melhorar resultados e atingir metas definidas (ALVES, 2015).

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013) destaca que em cada fase do ciclo PDCA, deve-se levar em conta etapas que, em conjunto, contribuirão para o sucesso da implementação da ferramenta. A fase de planejamento (Plan) envolve não só as etapas de envolvimento da gestão, mas de outros profissionais, que atuam na organização com conhecimentos específicos (expertise necessária), que poderão contribuir para a coleta e análise dos dados captados, dentro de uma fronteira de estudo definida, que pode ser a fabricação de um produto, um lote de produção ou até mesmo uma cadeia de suprimentos. Nesta fase, também deve-se determinar os CQ's que são as partes interrelacionadas do fluxo produtivo.

Dentro da fase de execução ou fazer (Do), torna-se necessário, não só a identificação das entradas e saídas de materiais e energia, mas, também, quantificar os fluxos de materiais de maneira uniforme e por critérios adequados em unidades físicas e monetárias. A fase de checagem (Check), por sua vez, envolve toda a verificação da viabilidade e precisão dos dados obtidos por meio da organização de todas as informações coletadas em tabelas, planilhas, gráficos, etc., para então prosseguir para a última fase do ciclo, agir (Act). Esta etapa consiste na identificação e avaliação das oportunidades de melhorias para o processo, no sentido de otimizar a produção, aumentando a eficiência e reduzindo custos corporativos, consumo de matéria-prima e insumos, sem alterar a qualidade e quantidade dos produtos acabados, além de diminuir a quantidade de resíduos e/ou desperdícios consequentes da fabricação.

A CCFM se diferencia da contabilidade de custos convencional por valorizar as perdas de material no processo de fabricação, quantificando-as e oferecendo suporte com informações, que possam reduzir os produtos negativos. Para Schmidt (2015) é importante destacar que “do ponto de vista econômico, o resultado é o conhecido na CCFM. Do ponto de vista ambiental, é possível calcular quais impactos ambientais

poderiam ser salvos, reduzindo as perdas de material”.

Para Tran et al. (2020), benefícios significativos podem ser gerados com a aplicação da CCFM, como a identificação de custos subestimados, redução de perdas, desperdícios e impactos ambientais, aumento da qualidade e competitividade do produto, otimização dos processos, incluindo maior eficiência no uso de recursos, e fornecimento de apoio à tomada de decisões, que visem melhorar a produção como um todo. Assim, os benefícios gerados pela CCFM podem ser “reconhecidos entre vários contextos e várias indústrias, podem ser agrupados em duas grandes categorias: ecoeficiência e tomada de decisão estratégica” (TRAN et al., 2020).

Doorasamy (2015) afirma que a CCFM contribui para que as organizações identifiquem com clareza o “não-produto (perdas de materiais), aumentando a transparência das perdas de materiais ao longo do processo. Isso permite que o gerenciamento identifique áreas problemáticas e implemente medidas para melhorar a eficiência do processo”. Um dos principais benefícios apresentados pela CCFM está na capacidade de usar quantidades e custos para tornar a perda de material “visível” e a partir daí identificar o problema e sua magnitude, bem como oferecer sugestões de melhorias para a produção (DOORASAMY, 2015).

Na visão de Schaltegger et al. (2014), a CCFM baseia-se na ideia central de ecoeficiência pelo simples fato de vincular informações físicas e monetárias em um único conceito contábil. Além disso, informações obtidas por meio da aplicação desta ferramenta podem “servir como um guia fundamental para as propriedades de informações mais relevantes e fluxos de trabalho relacionados à coleta e gerenciamento de informações ambientais” (SCHALTEGGER et al., 2014).

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nas dependências de uma microempresa do ramo gráfico, situada na cidade de Teresina no Piauí, durante o mês de agosto de 2021. A microempresa conta com 10 anos de atividade no mercado, na fabricação de produtos de papel para uso comercial e de escritório.

Foi utilizada a técnica de observação direta e anotações em diário de campo sobre os fluxos de materiais e de energia no processo produtivo, visando aplicar a CCFM e identificar informações, que contribuirão na avaliação do processo de fabricação do produto, objeto de estudo.

Com a pesquisa documental, buscou-se coletar dados em arquivos contábeis e gerenciais da microempresa, para servir de subsídio na análise dos dados obtidos do processo fabril. Perguntas abertas, também, foram feitas, tanto para os gerentes, quanto para os operadores do processo, sobre informações técnicas acerca dos materiais e das máquinas utilizados, visando reforçar a precisão dos dados obtidos.

A coleta dos dados teve como base a fabricação de um lote de produtos, contendo 18.000 exemplares impressos. Após a aplicação da CCFM, as informações foram organizadas em tabelas e planilhas eletrônicas, para em sequência, ser submetida a análise e identificação das melhorias no processo, com foco na tomada de decisões, que possa otimizar a produção por meio da redução das ineficiências encontradas.

Para a implementação da CCFM foi necessário definir uma fronteira no processo produtivo e um período de tempo para análise, conforme recomenda a ABNT NBR ISO 14051. Como fronteira, estabeleceu-

se as etapas que vão da impressão até a embalagem do produto para a entrega. Quanto ao período de tempo, foi escolhido o necessário para a fabricação de um lote de produção de notas fiscais de serviços da série “U”.

Uma planilha de custos, decorrentes de dados obtidos no processo analisado, foi estruturada para identificar a magnitude das perdas de materiais (desperdícios), com a perspectiva de proporcionar melhorias no processo analisado e/ou em outros processos de fabricação semelhantes praticados pela instituição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fases da produção de impressão e de corte foram determinadas, respectivamente, como CQ 1 e CQ 2, por agregarem impactos econômicos e ambientais potencialmente significativos, conforme recomenda a ABNT NBR ISO 14051:2013. A unidade física considerada na análise do material utilizado foi o quilograma (kg) e a unidade monetária o real brasileiro (R\$). O tempo gasto para concluir todo o processo de fabricação foi de oito horas divididas em dois turnos diurnos de quatro horas.

O tipo de material predominante utilizado no fluxo de fabricação foi o papel autocopiativo, que foi usado na impressão. O valor médio do kg do papel consumido no processo, foi de, aproximadamente, R\$ 12,40 conforme as informações constantes nas notas de compra, fornecidas para consulta, pela gerência da empresa.

Os custos de sistema foram calculados com base no preço por hora da mão-de-obra de cada funcionário. Foram necessários dois funcionários para realizar toda a tarefa. Segundo a gerência da empresa o custo por hora de trabalho de cada trabalhador é de, aproximadamente R\$ 9,00. Destaca-se, que foi necessário um funcionário em cada fase de produção (impressão e corte).

Os custos totais de energia consumida no processo foram calculados multiplicando-se a potência especificada na máquina de imprimir (3,7285 kW) pelo preço do kWh de R\$ 0,983553 (cobrado na fatura de energia elétrica referente ao mês de agosto de 2021 da empresa), e pela quantidade de horas de funcionamento da máquina (quatro horas). Em relação aos custos com manuseio dos resíduos gerados, os gerentes informaram que gastam R\$ 226,00 fixos mensais para dar destinação dos resíduos gerados, ou seja, um custo proporcional de R\$ 0,94 por hora levando-se em consideração o período de funcionamento da fábrica, que é de oito horas diárias de segunda-feira a sexta-feira, durante o dia. Destaca-se que na fase 2 da produção (corte/separação das bordas excedentes) toda a tarefa é realizada de forma manual, sem a utilização de máquinas, sem envolver consumo de qualquer tipo de energia. Nesta etapa, houve apenas custos de sistema (mão-de-obra).

No que se refere ao fluxo de material definido, bem como os custos associados às entradas e saídas de cada CQ considerado, observou-se que a quantidade total de papel utilizado na fabricação do produto e definido na fronteira da CCFM, foi de 72,570 kg (considerando material de entrada no CQ1), que foi igual ao total observado na saída do CQ2, dividido em produto acabado/produto positivo (nota fiscal pronta) e perda de material/produto negativo na quantidade de 42,00 kg e 30,570 kg de papel consumido, respectivamente. Destaca-se que em cada saída de CQ, efetuou-se a pesagem tanto do material destinado para o produto positivo quanto para as perdas.

A partir da análise dos custos de desperdícios em cada CQ, decorrentes de informações obtidas nos setores contábeis e gerenciais e nas observações feitas, durante a fabricação do produto, despontaram sugestões de melhorias para a gestão da empresa. Na Tabela 1 estão apresentados os custos totais do fluxo de material analisado decorrente da implementação da CCFM na microempresa estudada.

Diferente da contabilidade de custos convencional, que agrega todos os custos somente ao produto acabado, observa-se pela Tabela 1, que a CCFM apresenta maior detalhamento dos custos do fluxo do material processado, conseguindo evidenciar os custos ocultos na produção (custos com perdas de material) com mais transparência.

Tabela 1: Custos do fluxo de material no processo analisado.

CQ 1						
Tipos de Custos / Entradas e Saídas		Custos de Material	Custos de Energia	Custos de Sistema	Custos de Gestão de Resíduos	TOTAL
Total de Entradas		R\$ 899,86	R\$ 14,67	R\$ 36,00	R\$ 3,76	R\$ 954,29
Total de Saídas	Produto Final	R\$ 627,06	R\$ 10,22	R\$ 25,09	-	R\$ 662,37
	Perdas	R\$ 272,80	R\$ 4,45	R\$ 10,91	R\$ 3,76	R\$ 291,92
CQ 2						
Total de Entradas		R\$ 627,06	R\$ 10,22	R\$ 61,09	R\$ 3,76	R\$ 702,13
Total de Saídas	Produto Final	R\$ 520,80	R\$ 8,48	R\$ 50,73	-	R\$ 580,01
	Perdas	R\$ 106,26	R\$ 1,74	R\$ 10,36	R\$ 3,76	R\$ 122,12
CUSTOS TOTAIS (CQ 1 + CQ 2)						
Custos totais do Produto Final		R\$ 520,80	R\$ 8,48	R\$ 50,73	-	R\$ 580,01
Custos Totais das Perdas		R\$ 379,06	R\$ 6,19	R\$ 21,27	R\$ 7,52	R\$ 414,04
Custos totais do processo		R\$ 899,86	R\$ 14,67	R\$ 72,00	R\$ 7,52	R\$ 994,05

Dunuwila et al. (2018) afirmam, em termos de alocação de custos, que a CCFM “classifica as informações de custo de produção vinculadas aos custos de material, sistema e energia em dois segmentos, os custos positivos e negativos do produto, considerando-se o percentual de perda de matéria-prima em peso, envolvendo cada CQ”.

Para Schmidt (2015), a CCFM é um método de alocação especial, capaz de distribuir todos os custos de determinada produção, entre os produtos pretendidos e as perdas de materiais. O autor ressalta que este fato representa uma importante vantagem, sob o ponto de vista ambiental, tendo em vista que é permitida a identificação dos impactos ambientais adversos, podendo dessa forma, trabalhar-se com a prevenção, diminuindo as perdas de materiais.

Para a alocação dos custos nos CQ's, utilizou-se o critério de porcentagem de distribuição de material (um dos critérios de alocação de custos recomendados pela ISO 14051), considerando-se que os dados relativos às saídas de cada CQ estavam disponíveis. Após a pesagem nas saídas (produto final e perdas) de cada CQ, os percentuais de distribuição foram baseados no principal material utilizado, apresentando a seguinte proporção: No CQ1, 69,68% (50,570 kg) do material foi destinado ao produto final, enquanto 30,32% (22,00 kg) representaram as perdas. No CQ2, por sua vez, verificou-se que 83,05% (42,00 kg) foi destinado ao produto final, enquanto 16,95% (8,570 kg) corresponderam aos desperdícios (perdas).

Neste contexto, os Custos de Energia, Sistemas e de Gestão de Resíduos, foram distribuídos conforme a proporção de material e perda de material em cada CQ. Ressalta-se que o material utilizado e os custos (material, energia e sistemas) destinados ao produto final na saída do CQ1, serviram de entrada prévia

para o CQ2, conforme determina a norma ISO 14051. No que se refere aos Custos de Gestão de Resíduos, eles são sempre destinados para perdas de materiais por estarem associados ao lixo (DUNUWILA et al., 2018).

Partindo-se da análise dos dados contidos na Tabela 1, verificou-se que os desperdícios totais atingiram 41,6% do total de custos de todo o processo. Este percentual é representativo, especialmente, sob o ponto de vista ambiental. No que se refere ao aspecto econômico, o valor de R\$ 414,04 (total das perdas), convencionalmente, é alocado como custos agregados ao produto final, portanto, não causando prejuízo econômico para a empresa.

Realizando-se a análise por CQ, observou-se que no CQ1 (fase de impressão), o custo total com desperdícios foi de R\$ 291,92, constituindo-se na maior perda na produção, quando comparado ao custo total de material desperdiçado (70,5%). No CQ2 (corte/separação), o total das perdas representou 29,5% do total dos custos com desperdícios.

Ainda em relação ao CQ1, em que se observou maior índice de desperdícios, os custos de materiais (R\$ 272,80) representaram 93,4% dos custos de desperdícios neste CQ e 65,8% do total de custos com produtos negativos em todo o processo. Observou-se que durante a fase de impressão, o operador da máquina utilizou, aproximadamente, 40 minutos para fazer ajustes e limpeza antes de iniciar a produção. Além do desperdício de energia elétrica, tendo em vista que a máquina permaneceu em funcionamento constante durante o preparo, o mesmo papel utilizado para fabricação foi usado para a limpeza da impressora, o que pode ter influenciado para o aumento nos custos de desperdícios com materiais.

Notou-se também, que durante a higienização, sujeiras e restos de tintas oriundas de produções anteriores, foram os principais componentes encontrados nos papéis utilizados na limpeza. Além da sujeira acumulada nos cilindros, rolos e bandejas da impressora, identificou-se, também, que boa parte do papel utilizado na impressão estava sujo, úmido e amassado.

Ao final da fase de impressão, verificou-se que dos 72,570 kg de papel utilizado para atender a demanda, 30,32% deste total foram para o lixo, índice de perda significativo. Cabe reforçar que em todas as saídas de cada CQ determinado, foi realizada a pesagem, tanto para o que foi destinado para a próxima fase ou para o produto quanto ao que foi direcionado para perdas.

Em relação às ineficiências identificadas, foram avaliadas e indicadas algumas sugestões de melhorias com o intuito de reduzir os desperdícios. Em relação a máquina de impressão sugere-se que seja providenciada capas impermeáveis de proteção, principalmente, para os cilindros de tintas, rolos e bandejas de entrada e saídas do papel, pois, observou-se que a máquina se situa no pátio da fábrica, exposta a sujeiras de modo geral, haja vista que o local não é totalmente fechado e o acondicionamento é inadequado.

Ainda em relação a impressora, foi identificado que, por ela não estar em um ambiente acondicionado ou propício, as sobras de tintas de produções anteriores perdem suas propriedades originais, causando desperdício tanto de papel, que é utilizado para limpeza dos cilindros, quanto das referidas sobras que tem boa parte descartada para o lixo. Sobre essa questão e diante da impossibilidade de locomover a máquina, por indisponibilidade de espaço, para outro local com acondicionamento adequado, segundo informação da gestão da empresa, recomendou-se que houvesse controle de quantidade de uso de tinta,

para que as sobras fossem reduzidas ao máximo possível. Também foi sugerido que, se possível, os cilindros que acomodam a tinta fossem retirados e higienizados pelo menos uma vez por semana, de modo que não provocasse transtornos nas demandas da empresa.

Ressalta-se que na análise dos custos de materiais, não foi levado em consideração o quantitativo de tinta gasto no processo, em decorrência da impossibilidade de se estimar o peso da quantidade deste produto gasto no processo analisado na fronteira definida neste estudo. Apenas o papel utilizado na impressão foi definido como material principal de entrada.

O acondicionamento adequado do papel utilizado para impressão merece maior atenção, considerando que todo o material fica exposto no pátio da empresa sem nenhuma proteção, acumulando sujeira e umidade, em consequência, boa parte do material se danifica facilmente no manuseio. Em decorrência disso, boa parte da primeira leva de impressão se perde até que a parte utilizável do papel fique exposta nos rolos da máquina pronta para impressão. Assim, foi sugerido a providência de capas de proteção, armazenamento e acondicionamento adequado para evitar ou diminuir o desgaste do produto.

As notas fiscais impressas, prontas para entrega, possuíam dimensões de 20,5 cm x 21,5 cm, contudo, os impressos que saíram para a fase de corte ou separação das bordas excedentes possuíam dimensões de 24 cm x 21,5 cm. Somente as bordas excedentes (resíduos) totalizaram 8,570 kg, o que representa 16,95% do total de material usado no CQ2. Em cada folha impressa (nas dimensões 24 cm x 21,5 cm), 3,5 cm x 21,5 cm deste material foi jogado no lixo. Cabe ressaltar que o lote fabricado totalizou 18.000 notas fiscais prontas. As bordas excedentes, não utilizáveis, já saíram pontilhadas pela impressora em um lado do papel, necessitando do corte ou separação de forma manual, para que o produto fique nas dimensões adequadas e pronto para embalagem. Na Figura 1 está representada a folha impressa na saída do CQ1.

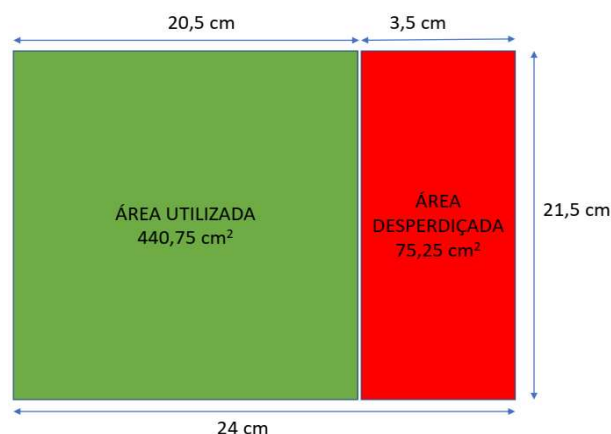


Figura 1: Representação das dimensões das folhas impressas.

Percebe-se que dos 18.000 impressos prontos para a etapa de corte, 14,5% da área de cada folha impressa no CQ1 foi desperdiçada. Como forma de otimizar o processo, recomendou-se que seja averiguado com o fornecedor do material, a possibilidade de disponibilizar papel com medidas entre 20,5 cm e 21 cm de largura, pois com esta medida, pode-se retirar do processo de fabricação, a etapa corte/separação das dimensões que não forem utilizadas ou diminuir a largura das bordas, que não forem aproveitáveis, acarretando em redução de resíduos e, conseqüentemente, economia de papel e mão de obra, principal

custo agregado nesta etapa. Além disso, a segunda fase, realizada no CQ2, poderia ser evitada ou reduzida e, aproximadamente, 28,03% das perdas totais geradas poderiam deixar de ocorrer e como isso haveria redução de custos de material e de sistemas nesta etapa, bem como diminuição considerável dos impactos ambientais adversos, pela redução de resíduos, tendo, também, como reflexo, redução na margem de lucro da atividade ou elevação dos custos para o consumidor.

Além das sugestões de melhorias voltadas para o processo de fabricação, também se propõe que informações sobre custos ambientais sejam inseridas nos planos de análise de custos da empresa, pois, além de tornar explícito todos os custos inerentes aos processos de fabricação, ainda contribui para a modernização dos sistemas contábeis e gerenciais da instituição, contribuindo para eventuais correções de ineficiências na produção, ganho econômico e redução de impactos ambientais negativos.

Os aspectos abordados sobre desperdícios e as formas de minimizá-los exigem, predominantemente, mais esforço cultural e comportamental do que financeiro dentro da microempresa estudada. Mudanças de atitudes como: procura por substituições de materiais mais adequados às demandas, pequenas modificações nos processos de produção, manutenções regulares do maquinário, podem contribuir não só para a redução de consumo de matérias-primas, insumos, como também, diminuir a produção de resíduos e assim poder reduzir custos corporativos e ambientais ao mesmo tempo.

Contudo, outras melhorias podem ser implementadas, porém, com exigência de investimentos financeiros como: a troca da máquina de imprimir por impressora(s) moderna(s) e com maior eficiência energética e de trabalho, a climatização dos locais, onde ficam situadas as máquinas e armazenados os materiais utilizados na produção, pois, evitaria perdas das propriedades químicas dos insumos utilizados, como por exemplo os papéis e as tintas. Aquisição de capas de proteção para a máquina e para os rolos de papéis se faz necessária para evitar ou diminuir a umidade, a sujeira ou outros tipos de danos aos equipamentos, materiais e insumos utilizados.

CONCLUSÕES

Após a aplicação da CCFM na microempresa estudada, pôde-se verificar perda significativa no processo de produção, especialmente, na fase de impressão. A CCFM permitiu a identificação dos custos ocultos, contemplando aqueles não visíveis, durante o fluxo do material. Portanto, a CCFM possibilitou avaliar o desempenho econômico-ambiental por meio da aplicação da Contabilidade de Custo de Fluxo de Material (CCFM) em microempresa do ramo industrial em tese.

Dentre as principais indicações de melhorias avaliadas e propostas, para redução das ineficiências identificadas, estão o acondicionamento e proteção adequados da máquina usada na produção, dos materiais e insumos, substituição do material utilizado, manutenção e limpeza regular dos equipamentos objeto do processamento do produto final. Também, foi observada a necessidade de investimentos financeiros, visando a substituição da máquina de imprimir, por outra mais moderna e eficiente do ponto de vista de maior eficiência energética e de trabalho, além da climatização do ambiente, onde ficam armazenados os materiais e insumos utilizados na produção, para que não haja perda das propriedades de

tais materiais e insumos em decorrência da exposição em ambiente inadequado.

A CCFM mostrou-se uma ferramenta de grande valia em relação a análise dos custos ambientais que não são levados em consideração no momento do processo de fabricação. Embora se tenha analisado apenas um lote de fabricação, verificou-se que a microempresa estudada não utiliza a política de segregar os custos totais do processamento em custos ambientais, decorrentes das perdas geradas na produção e que poderia ser mitigado, bem como dos custos direcionados ao produto acabado.

Destaca-se, porém, que a implementação da CCFM deve ser adaptada às políticas de produção da instituição pesquisada, seja nas formas de análise de custos, sistemas contábeis ou gerenciais. Entretanto, os princípios, objetivos e elementos fundamentais, propostos na ABNT NBR ISO 14051:2013, devem ser utilizados em qualquer fase de implementação da CCFM.

Pesquisas futuras se fazem necessárias no intuito de se cobrir lacunas não alcançadas por este estudo, como por exemplo, a utilização de outras ferramentas de gestão ambiental em conjunto com a CCFM para se obter maior precisão nos dados e informações. A criação de softwares novos ou adaptações de outros já existentes é de grande valia para a análise de fluxos de materiais e energia com maior precisão. Desta forma, com a CCFM, pode-se identificar de forma mais exata os custos ambientais e ao mesmo tempo disponibilizar maior suporte na tomada de decisões estratégicas pela instituição.

Por fim, cabe destacar que todos os alicerces necessários possíveis foram realizados para minimizar as limitações deste estudo de caso. Mesmo utilizando um lote de produção como base de implementação da CCFM, os dados e informações coletados indicaram que é possível a aplicação desta ferramenta em qualquer microempresa, que utilize material e energia para transformação em produto acabado, seja qual for o ramo de negócio.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14051: Gestão Ambiental: Contabilidade de Fluxos de Material: Estrutura Geral**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ALVES, É. A. C.. O PDCA como ferramenta de gestão da rotina. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 11. **Anais**. 2015. p.1-12.

BEHNAMI, A.; BENIS, K. Z.; SHAKERKHATIBI, M.; FATEHIFAR, E.; DERAFSHI, S.; CHAVOSHBASHI, M. M.. Integrating data reconciliation into material flow cost accounting: The case of a petrochemical wastewater treatment plant. **Journal of Cleaner Production**, v.218, p.616-628, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.218>

DOORASAMY, M.. Theoretical developments in environmental management accounting and the role and importance of MFCA. **Foundations of Management**, v.7, p.37-52, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1515/fman-2015-0024>

DUNUWILA, P.; RODRIGO, V. H. L.; GOTO, N.. Financial and environmental sustainability in manufacturing of crepe rubber in terms of material flow analysis, material flow cost accounting and life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, v.182, p.587-599, 2018. DOI:

<http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.202>

KASEMSET, C.; CHERNSUPORNCHAI, J.; PALA-UD, W.. Application of MFCA in waste reduction: case study on a small textile factory in Thailand. **Journal of Cleaner Production**, v.108, p.1342-1351, 2015. DOI: <http://doi.org.ez17.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.jclepro.2014.09.071>

LAZO, S. B.; SHORT, T.. Introducing the All Seeing Eye of Business: a model for understanding the nature, impact and potential uses of waste. **Journal of Cleaner Production**, v.40, p.141-150, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.011>

MBEDZI, M. D.; POLL, H. M. V. D.; POLL, J. A. V. D.. An Information Framework for Facilitating Cost Saving of Environmental Impacts in the Coal Mining Industry in South Africa. **Sustainability**, v.10, n.1690, p.1-20, 2018. DOI: <http://doi.org/10.3390/su10061690>

SAHU, A. K.; PADHY, R. K.; DAS, D.; GAUTAM, A.. Improving financial and environmental performance through MFCA: A SME case study. **Journal of Cleaner Production**, v.279, p.1-19, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123751>

SCHALTEGGER, S.; ZVEZDOV, D.. Expanding material flow cost accounting. Framework, review and potentials. **Journal of Cleaner Production**, v.108, p.1333-1341, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.040>

SCHMIDT, M.. The interpretation and extension of Material Flow Cost Accounting (MFCA) in the context of environmental material flow analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.108, p.1-10, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.038>

TAKAKUWA, S.; ZHAO, R.; ICHIMURA, H.. Analysis of manufacturing systems using simulations in terms of

material flow cost accounting. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, v.7, n.2, p.44-51, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/18756891.2014.947112>

TRAN, T. T.; HERZIG, C.. Material flow cost accounting in developing countries: A Systematic Review. **Sustainability**, v.12, n.13, p.1-18, 2020. DOI: <http://doi.org/10.3390/su12135413>

WAGNER, B.. A report on the origins of Material Flow Cost Accounting (MFCA) research activities. **Journal of Cleaner Production**, v.108, p.1255-1261, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.020>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749cce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157902259848216577/>