

# **Mensuração de Uso dos Recursos Ambientais em Processo Industrial Utilizando os Conceitos de Produtividade e Eficiência**

**Adelaide Maria Bogo Schmitt**

**Paulo Roberto Da Silva**

## **Resumo:**

*Este artigo propõe-se a apresentar conceitos de produtividade e eficiência utilizados em mensuração de uso de recursos ambientais consumidos em atividade industrial ou qualquer outra atividade, bem como a mensuração de resíduos industriais gerados. Destaca-se a análise de produtividade de insumos e de eficiência de recursos aplicados em atividade ambiental. Apresenta conceitos de atividade ambiental, recursos naturais, resíduos industriais, Contabilidade por Atividade ? CPA e conciliação entre a CPA de atividade ambiental e medidas de produtividade e eficiência. Além de conceitos de variáveis inerentes, utiliza-se método indutivo para apresentar respostas a problema proposto - medição de produtividade e eficiência de recursos consumidos em atividade ambiental.*

**Área temática:** *Gestão de Custos Ambientais e Responsabilidade Social*

## **Mensuração de Uso de Recursos Ambientais em Processo Industrial Utilizando os Conceitos de Produtividade e Eficiência**

**Adelaide Maria Bogo Schmitt** (Universidade da Região de Joinville, Brasil) [adelaide.bogo@univille.net](mailto:adelaide.bogo@univille.net)  
**Paulo Roberto da Silva** (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil) [benchmark@uol.com.br](mailto:benchmark@uol.com.br)

### **Resumo**

*Este artigo propõe-se a apresentar conceitos de produtividade e eficiência utilizados em mensuração de uso de recursos ambientais consumidos em atividade industrial ou qualquer outra atividade, bem como a mensuração de resíduos industriais gerados. Destaca-se a análise de produtividade de insumos e de eficiência de recursos aplicados em atividade ambiental. Apresenta conceitos de atividade ambiental, recursos naturais, resíduos industriais, Contabilidade por Atividade – CPA e conciliação entre a CPA de atividade ambiental e medidas de produtividade e eficiência. Além de conceitos de variáveis inerentes, utiliza-se método indutivo para apresentar respostas ao problema proposto - medição de produtividade e eficiência de recursos consumidos em atividade ambiental.*

*Palavras chave: Atividade Ambiental; Contabilidade por Atividade; Medidas de Produtividade; Medidas de Eficiência.*

*Área temática: Gestão de Custos Ambientais e Responsabilidade Social*

### **1 Introdução**

Medidas de produtividade e eficiência podem ser aplicadas em mensuração de uso de recursos ambientais, associadas à Contabilidade por Atividade – CPA, como suporte de acumulação de custo em geração de informações de natureza ambiental. A principal contribuição dessa formulação corresponde à simplicidade facilitadora em obtenção de dados através de sistema contábil, de gastos de cada processo ou mesmo atividade. Com a disponibilidade de tais dados, a monitoração de insumos físicos integrantes de custos pode ser exercida antecipadamente à subsequente divulgação de informações contábeis sem necessidade de outros registros adicionais posteriores, a não ser para informações sem conversão monetária.

Em se tratando de recursos de natureza ambiental, monitoram-se os gastos incorridos nessa atividade, sempre em consonância a objetivos ambientais estabelecidos pela entidade, com a CPA proporcionando dados básicos para a referida mensuração. Os gastos de natureza ambiental ocorrem simultaneamente aos demais gastos consumidos em processo, decorrendo tanto de atividades fáceis e diretamente identificáveis com manufatura de produtos, como também de demais outras atividades indiretas, com destacada proeminência em quantidade de recursos monetários consumidos em atividades diretamente associadas à manufatura de produtos em relação a respectivo consumo em outras atividades indiretas.

Essa formulação proposta baseou-se em pesquisas bibliográficas e usa o método da indução como meio para a resolução de problemas. Assim, com base em conceitos específicos, viabiliza-se a sua aplicação genérica em atividades de natureza ambiental de qualquer processo industrial, comercial e ou de prestações de serviços.

## 2 Atividade Ambiental

A atividade ambiental (AA), em uma entidade pode ser considerada em função organizacional como apoio e associada a demais atividades direta e ou indiretamente associadas às funções de manufatura de produtos. Pode corresponder a funções específicas em uma organização ou estar inserida na função Qualidade. Seu principal papel é evitar-se os “impactos ambientais” adversos na natureza e a exposição da entidade a riscos de penalidades ambientais decorrentes desse impacto ambiental adverso, propiciando concomitantemente à entidade o desenvolvimento ambiental sustentável. Para o adequado funcionamento, essa atividade usa recursos conversíveis em moeda e que, por questões conceituais, podem ser classificados como custo ou despesa. Os dois objetos de monitoração de AA são os recursos naturais utilizados em atividades de entidades e os resíduos industriais gerados por essas mesmas atividades.

Por *recursos ambientais* entendem-se todos os elementos existentes na natureza que, de uma forma ou de outra, podem ser utilizados pelo ser humano. Compreendem-se nesse conceito a água, o ar, solo, vegetal e a fauna. Beazley (1993, p.10) apresenta como recursos que o planeta terra oferece o ar, a água, terra (solo), os minerais, as plantas e os animais.

Os recursos ambientais são classificados em “renováveis” e “não-renováveis” e, como o próprio termo expressa, renováveis são aqueles elementos reciclados pela natureza ao completarem um período de reciclagem, enquanto que não renováveis são aqueles que não estão sujeitos a reciclagem espontânea e natural.

Por *resíduo industrial* compreendem-se todos os “itens intermediários” gerados em uma unidade produtiva que não esteja em contato físico direto com produto final da entidade. Alguns podem ser tratados simplesmente por *resíduos*, podendo ser melhor classificados em “orgânicos” e “inorgânicos”. Os resíduos orgânicos são deterioráveis rapidamente, todavia, o excesso desse material, também provoca uma destruição temporária de elementos da natureza. Os resíduos inorgânicos não são deterioráveis e, muitos deles depositam-se no solo ou no leito de rios, interferindo no ciclo de vida desses elementos. Outros resíduos inorgânicos são lançados no ar através de chaminés, em forma de vapor e gases tóxicos.

A atividade ambiental pode ter sua ação dividida em dois grupos: (1) Prevenção de Poluição e (2) Recuperação, Preservação e Manutenção de Fatores Ambientais. Obviamente que na implantação de AA em uma organização, objetivos ambientais são definidos, podendo geralmente ser os seguintes:

- a) redução de consumo de combustíveis fósseis
- b) aumento de consumo de gás-natural;
- c) redução de consumo de energia elétrica;
- d) redução de nível de ruído;
- e) qualidade de água despejada nos rios e córregos;
- f) qualidade de emissão atmosférica;
- g) redução de emissão de resíduos sólidos, líquidos e gasosos;
- h) recuperação, preservação ou conservação de fauna ou flora (projeto específico)

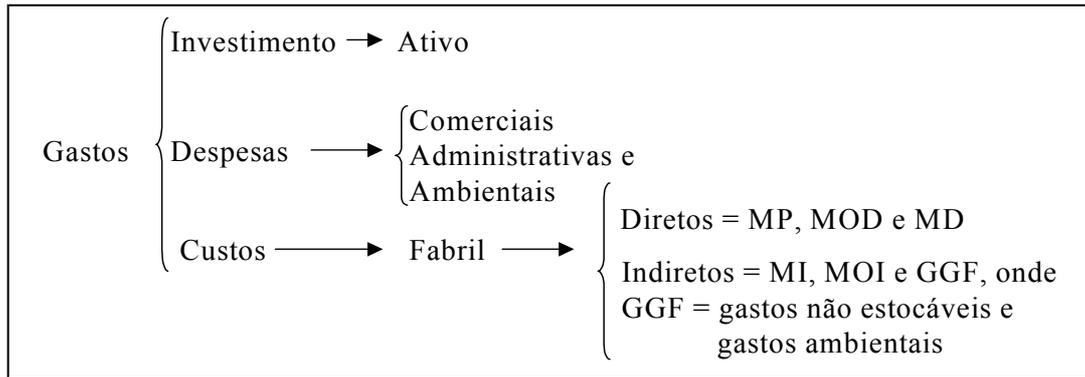


Figura 01 – Classificação dos gastos ambientais

Para que se mantenha ativa toda e qualquer AA usa recursos conversíveis em moeda, que podem ser chamados de gastos ambientais. Assim, gastos ambientais podem ser entendidos como recursos conversíveis em moeda aplicados em “investimento” ou em “despesas”, aqui incluído o “custo” (figura 01). Todos e quaisquer consumos de recursos em atividade ambiental são contabilmente classificados como “custos ambientais”, conforme Ribeiro (mar/99, p. 27), explicando custos ambientais como sendo aqueles gastos “representados pela somatória de todos os custos de recursos utilizados pelas atividades desenvolvidas com o propósito de *controle, preservação e recuperação ambientais*”.

O gasto total com a atividade ambiental transferido para o custo de fabricação do produto, pode ser classificado como Custos Indiretos de Fabricação, segundo Martins (2001, p.71), uma vez que a atividade ambiental atua como suporte à produção.

Os gastos ambientais podem ocorrer por dois fatores: a) quando a entidade adota política de prevenção de poluição; b) quando a entidade adota projetos de controle, preservação e recuperação ambiental. No primeiro fator, os gastos possuem duas naturezas contábeis, parte deles pode ser considerada custo e parte pode ser considerada despesa. Essa classificação está condicionada a área de atuação de atividade ambiental, se na produção ou na administração. No segundo fator, os gastos são considerados despesas por não estarem relacionados diretamente à atividade produtiva, apesar de, em algumas situações, o que se objetiva é a busca do desenvolvimento sustentável ambiental. Entretanto, dado a expressão “poderia ser”, sugere-se sua classificação diretamente como despesa ambiental, considerando-a distintamente de despesas comerciais e ou administrativas (figura 02).

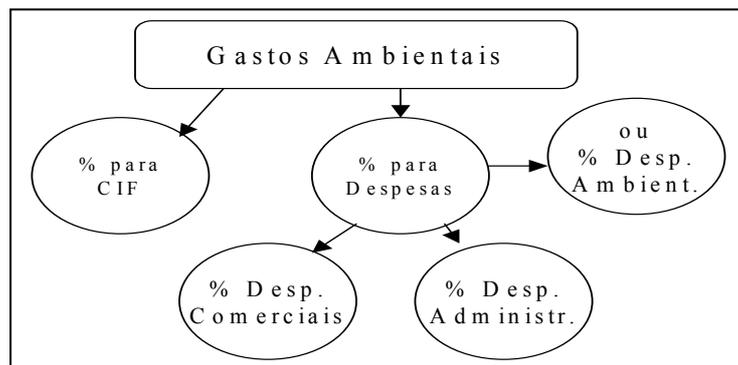


Figura 02 – Distribuição dos gastos ambientais

**2.1 Contabilidade de Custos e a Atividade Ambiental** – Contabilidade de Custo é a parte da Ciência Contábil que estuda os fenômenos de custos, ou seja, dos investimentos feitos para que se consiga produzir ou adquirir um bem de venda ou consumo, quer seja um produto, uma mercadoria ou um serviço (Sá, 1977, p. 151-152). Assim, esse

mesmo autor explica que a finalidade da Contabilidade de Custos é bem variada, destacando-se dentre seu elenco de finalidades a possibilidade de “controle de eficiência de técnica de produção” e “levantamento de estatísticas de produção”.

Assim, a Contabilidade de Custos, como um sistema de informações e tendo uma finalidade bem diversificada, pode ser configurada em centros de custos, a fim de melhor informar os gestores. Nesse sentido, chamados de Sistema de Custo, a entidade poderá implementar Sistemas de Custeio cuja finalidade seja de “apoio” a diversas informações específicas, as quais, segundo Lora (2001, p. 39), podem ser, dentre outros, de *controle de custos de produção e balanço da produtividade*. Em se tratando de centro de custo ambiental, podem ser implementadas outras motivações, tais como:

- a) conhecer o total de gastos ambientais;
- b) gerar informações para confecção de balanço ambiental; e
- c) gerar dados para medir a eficiência.

**2.2 Centro de Custos Ambientais** - um Centro de Custos Ambientais (CCA) deve ser construído em função de natureza de objetivos ambientais da entidade. Por ser a atividade ambiental paralela à atividade principal, por tratar-se de uma atividade em amplo crescimento e por ainda ser embrionária na atual concepção administrativa, contábil e, principalmente de custo, estes autores argumentam que o ideal é estabelecer um Centro específico de Custos para acumulação de custos ambientais. Uma das maneiras de conhecer os custos de cada atividade é segregá-los por atividades. Ribeiro e Martins (ago/98, p. 96) afirmam que “Os sistemas de custeio mais tradicionais da Contabilidade, absorção e variável – não apresentam técnicas que possam ser utilizadas com facilidades para a mensuração de custos de processo de controle ambiental”. Nesse sentido, a metodologia de custeio por atividade, conhecida como método ABC (*Activity Based Costing*), permite gerar informações mais precisas sobre cada atividade de um processo.

O CCA contribui no processo de mensuração fornecendo dados específicos de gastos ambientais, assim como a própria meta ambiental realizada. Nesse sentido, faz-se necessário um sistema de informações de custo e despesa conciliados com as necessidades de informações dos gestores. Assim, Lora (2001, p. 65) explica que o “Sistema de Custeio Baseado em Atividades é o que melhor atende às necessidades gerenciais de identificar a performance das atividades, custos de processos fundamentais e das atividades que não agregam valor, permitindo ainda, processar balanço de qualidade e produtividade e determinar o custo-meta (alvo) da entidade”.

**2.3 Contabilidade por Atividade Aplicada à Atividade Ambiental** - A Contabilidade por Atividade permite aos gestores conhecer informações de custo de cada atividade que compreende um processo, proporcionando dessa maneira, maior segurança nas diversas decisões de custo e gerenciamento, dentre outras decisões.

Constrói-se uma CPA definindo-se primeiramente qual é o objeto de custo, que geralmente consiste em bens e serviços da entidade, em seguida define-se a função, o (s) processo (s) e as atividades, conforme explica Ribeiro e Martins (ago/98, p. 6). Nas atividades, identificam-se as tarefas e as operações que devem ser executadas para cumprimento de atividade respectiva. Definido o quadro de hierarquia de atividades, identifica-se a relação causal entre os custos e as atividades, definindo-se os direcionadores de custo e as medidas que serão utilizados para distribuir os custos de departamento (centro de custos) às atividades específicas.

Segundo Ribeiro (1998, p.176), podem ser as seguintes as informações de natureza ambiental:

- a) os custos de cada uma das atividades necessárias ao processo;

- b) os custos de todo o processo de trabalho desenvolvido;
- c) os custos de todas as atividades desenvolvidas pela função, independentemente dos processos que as exigiram;
- d) resultado dos centros de custos responsáveis por atividades de controle ambiental;
- e) custos ambientais incorridos durante todo um ciclo de vida de produtos.

A Contabilidade por Atividade – CPA parte do princípio de que as atividades consomem recursos físicos e ou financeiros e que os produtos e serviços demandam atividades na sua execução e elaboração, contrariamente à contabilidade de custos tradicional, que faz uso de conceito de produto ou serviço como demandadores de recursos, segundo explica Ribeiro (1998, p. 140).

A CPA faz uso de uma lógica de acumulação de custos por hierarquia de atividades, cujos elementos constituintes são definidos a seguir, conforme Ribeiro (1998, p.140):

- a) função: grupo de processos desempenhados com uma finalidade específica, como a função de marketing e venda e a de controle ambiental, por exemplo;
- b) processo: conjunto de atividades encadeadas com um fim específico, como, por exemplo, uma linha de montagem de um produto ou o conjunto de procedimentos necessários para o tratamento de uma determinada quantidade de resíduos poluentes, em um período em particular;
- c) atividade: ações empreendidas e recursos consumidos para se chegar a um dado objetivo;
- d) tarefa: trabalho desenvolvido para a execução das atividades; e
- e) operação: operacionalização das tarefas, ou seja, a menor fração de trabalho.

Para transferir os custos às atividades há necessidade de uma relação causal entre ambos e o elemento que faz esta relação denomina-se “direcionador de custo”, conforme afirma Boisvert (1999, p.69) ao explicar que direcionador é o que “provoca a atividade ou contribui diretamente para o consumo de recursos necessários à realização dessa atividade”.

**2.4 Conciliação da Contabilidade por Atividade e o Centro de Custos Ambientais – O CCA deve ser construído sabendo-se antecipadamente qual sistema de custeio será adotado. Assim, apresenta-se a seguir (quadro 01) uma sugestão de identificação e definição de atividades para a atividade ambiental. As sugestões de Função, Processo e Atividade seguem a mesma ordem de objetivos e metas estabelecidas pela política ambiental. Essa mesma classificação objetiva fornecer o valor de recursos consumidos em cada atividade, no esforço para realizar a meta estabelecida, bem como permitir medir a produtividade e eficiência de cada atividade ambiental. Nessa sugestão construída, a conta que alimentará o processo de gestão pode estar no nível de “processo” ou no nível de “atividade”, conforme foi definida a estrutura de centro de custos.**

<b>Função: Prevenção e Controle de Poluição</b>			
<b>Processo: <i>Qualidade do Efluente Industrial</i></b>		<b>Processo: <i>Produção de Resíduos Sólido Tóxico</i></b>	
Atividade:	Controle dos Níveis de Qualidade da Água	Atividade:	controle das quantidades produzidas
Atividade:	Compras de Insumos	Atividade:	Centrifugação do Lodo semi-sólido
<b>Processo:</b>	<b><i>Qualidade da Emissão</i></b>	Atividade:	.....

	<b><i>Atmosférica</i></b>		
Atividade:	Controle dos Níveis de Qualidade do Ar	<b><i>Processo: Utilização Energia Alternativa – Gás-Natural</i></b>	
Atividade:	Limpeza das Chaminés	Atividade:	Controle das quantidades consumidas
Atividade:	.....	Atividade:	.....
	<b><i>Processo: Produção Resíduos Têxteis</i></b>		
Atividade:	Controle das Quantidades Produzidas		
Atividade:	Recolhimento dos Resíduos Têxteis		
Atividade:	.....		

Quadro 01 – Função, Processo e Atividade Ambiental de um CCA.

A fonte dos dados para busca de custos a serem rastreados provém do razão contábil do Centro de Custos Ambientais que poderá ter contas analíticas, conforme apresentadas a seguir e seus valores serem direcionados para cada atividade de um processo (quadro 02):

<b>CONTAS</b>	<b>DIRECIONADORES</b>
1. Serviço Próprio	Horas trabalhadas
2. Serviço Especializado	Horas trabalhadas
3. Gastos com Treinamento e Cursos	Nr. de participantes
4. Depreciação de Ativo Fixo Ambiental	Horas uso equipamento
5. Insumos Consumidos em Qualidade da Água	m3
6. Viagens e Estadas	Nr. de Participantes
7. Pesquisas Para Melhoria de Processos (opcional)	Área Quadrada
8. Manutenção de Equipamentos e Máquinas Ambientais;	Nr. requisições
10. Transporte de Resíduo Sólido Industrial (tóxico ou não tóxico) ao Aterro Sanitário	Kilogramas transportados
11. Outros Gastos de Gestão Ambiental (combustíveis, energia elétrica, IPTU, Alvará...).	Área Quadrada

Quadro 02 – Contas Ambientais e Direcionadores de Custos.

O quadro 03 apresenta um exemplo de direcionamento de custos, onde se considera que o serviço diretamente aplicado em atividade ambiental atua em diversas outras atividades, controlando ou executando outras tarefas, passando por todas as atividades; assim, tem-se a seguinte distribuição de custos com serviço próprio consumido em atividade ambiental, lembrando que os percentuais de rateio são hipotéticos.

CONTA	DIRECIONADOR	%	PROCESSO
Serviço Próprio	Horas Trabalhadas	15	Qualidade de Efluente Industrial
		15	Qualidade de Emissão Atmosférica
		30	Produção Resíduos Sólidos Tóxicos
		10	Utilização Energia Alternativa – Gás Natural
		20	Produção Resíduos Têxteis
		10	Redução Consumo Combustível Fóssil
Sub-total.....		100	

Quadro 03 – Exemplo de Direcionamento de Gastos Ambientais com Serviço Próprio.

**3 Produtividade e Eficiência** – medidas de produtividade e eficiência são conceitos de mensuração de desempenho voltados à monitoração de produtividade de fatores de produção e de custos aplicados na atividade, respectivamente. Eficiência, segundo Houaiss (2001, p. 1.102), corresponde a “virtude ou característica de (uma pessoa, um maquinismo, uma técnica, um empreendimento etc.) conseguir o melhor rendimento com o mínimo de erros e ou dispêndio de energia, tempo, dinheiro ou meios”. Harrington (1991, p. 74) define eficiência como a extensão para o qual recursos são minimizados em seu uso e o desperdício é eliminado na busca pela eficácia. Produtividade para Moreira (1991, P. 2) corresponde a “Dado um sistema de produção, a produtividade do mesmo é definida pela relação entre o que foi produzido e os insumos utilizados num certo período de tempo”.

Os indicadores de produtividade e eficiência obtidos devem ser analisados em relação a períodos anteriores, a meta projetada e a concorrência, a fim de posicionar a entidade em relação a competitividade. Assim, produtividade e eficiência podem ser utilizadas para medir a entidade, processo, produto, área específica, departamento, ou mesmo uma atividade apenas.

**3.1 Medidas de Produtividade** - Medidas de produtividade são instrumentos que auxiliam a gerência na detecção de problemas e no acompanhamento do desempenho da produção, permitindo identificar em que fator de produção está o problema. Moreira (2004, p.602) explica que “haverá tantas medidas diferentes de produtividade quantas sejam as combinações possíveis entre medidas de produção e de insumos”, explicando que os índices de produtividade podem ser classificados em:

- a) *índices parciais*: são aqueles que utilizam apenas um insumo como denominador, que podem ser serviço, matérias-primas, capital ou energia;
- b) *índices globais*: são aqueles que utilizam dois ou mais insumos no denominador da equação, os quais podem ser definidos como:
  - *produtividade total dos fatores* –(PTF) – quando os insumos utilizados são serviço e capital;
  - *produtividade múltipla de fatores* - (PMF) - quando outros fatores são considerados, além de serviço e capital, que podem ser matérias-primas e energia elétrica.

Fatores de produção, em economia, compreendem os elementos da natureza utilizados pelo ser humano, o capital e o trabalho, compõem o denominador da fórmula, também denominado *medida de insumo*, enquanto que a produção é o numerador da fórmula, denominando-se *medida de produção*.

Para Moreira (2004, p. 605-611), *medidas de produção* podem ser expressas em produção física ou produção em valores monetários, podendo nesses adotar-se valor de vendas, valor da produção propriamente dita e valor adicionado. E *medidas de insumos* podem ser expressas em: a) medidas de capital (total do Ativo ou apenas parte dele); b) medidas de serviço (número de funcionários, número de horas trabalhadas ou número de horas à disposição para o trabalho); c) medidas de matéria-prima; e d) medidas de energia.

Moreira (1991, p. 5) explica que, em geral, a fórmula que utiliza “produtividade parcial dos fatores” – PPF apresenta-se com as seguintes variáveis e que o resultado encontrado é conceitualmente um índice absoluto, como segue.

$$\text{Produtividade ( t )} = Q / L$$

Onde: Q = produção obtida no período e L = Insumos utilizados no período.

Produtividade ( t ) = produtividade absoluta no período t

Os itens considerados no numerador da fórmula devem ser correspondentes aos considerados no denominador, a fim de evitar um índice não condizente com a produtividade verdadeira, pois, se determinado elemento não participou na consecução de objetivos ou produto não tem por que ser considerado em medidas ou em alguma delas.

O resultado dessa fórmula geral apresenta-se em *número absoluto*, não permitindo isoladamente esse número absoluto verificar a evolução da produtividade, apesar de proporcionar uma idéia exata de produtividade em um determinado momento. Nesse sentido, os números absolutos podem ser transformados em índices relativos, adotando-se um determinado período como base, ou seja, divide-se o número absoluto de período atual pelo número absoluto de um período base, que corresponderá à escala 100. Ou ainda, o índice relativo pode ser encontrado dividindo-se, por exemplo, a produção de período atual pela produção do período base, vezes 100, bem como os insumos do período atual pelos insumos de período base, vezes 100; em seguida, aplica-se a fórmula geral, utilizando-se os índices relativos em substituição ao Q e ao L, multiplicando-se o resultado obtido por 100, resultando então no *índice relativo de produtividade*.

$$\text{Produtividade Relativa} = \text{Índice relativo de Q} / \text{Índice relativo de L} \times 100$$

Se a medida de insumo adotada for “serviço”, então essa medida pode ser decomposta em outras duas medidas, que podem ser “quantidade de horas trabalhadas” e “número de funcionários”, a seguir demonstrada.

$$\text{PPF} = Q / \text{Horas Trabalhadas} \quad \text{ou} \quad \text{PPF} = Q / \text{Nr. Funcionários}$$

Há também a fórmula que mede a produtividade total de fatores de produção envolvidos, conhecido como índice aritmético ou apenas índice de Kandrick *apud* Moreira (1991, p.9), como pode ser visto na fórmula a seguir.

a) fórmula de produtividade total de fatores – PTF – Valor Adicionado:

$$\text{PTF} = 100 \times Q_t / (w_o L_t + r_o K_t)$$

Onde:

PDF = produtividade total dos fatores num certo período considerado t;

Qt = medida de produção no período t;

Lt = unidade de serviço no período t;

Kt) = quantidade de capital no período considerado;

wo = salário por unidade de serviço no período base;

ro = taxa de retorno do capital no período base.

No denominador da fórmula, especificamente fator “capital”, compreende em seu conteúdo máquinas, equipamentos, veículos, instalações, estoques, materiais e outros ativos não fixos. Na Gestão Ambiental, “capital” pode compreender todas as máquinas, os equipamentos, veículos, as instalações, os estoques, materiais e demais ativos fixos e não fixos aplicados em atividade ambiental.

Quanto à interpretação de resultados de fórmulas adotadas, argumenta-se que tais resultados podem ser interpretados de acordo com a natureza de objeto analisado e de seu atributo, como a seguir explicado:

- a) nas medidas de consumo de recursos ambientais, podem-se ter duas interpretações, ou seja, depende de meta estabelecida. Se a meta determinar redução de consumo, então a interpretação será “quanto menor, melhor”; por outro lado, se a meta determinar aumento de consumo, então a interpretação será “quanto maior, melhor”;
- b) para a geração de resíduos industriais, a interpretação sempre será “quanto menor, melhor”.

A AA é essencialmente uma atividade prestadora de serviço dentro da organização. Assim sendo, para medir sua produtividade ao fazer-se opção por medidas físicas, é necessário encontrar o produto dessa atividade e transformá-lo em informação não-monetária, ou seja, em quantidade física, conforme explica Moreira (2004, p.613). Pode-se considerar como produto da AA em uma organização cada objetivo ambiental estabelecido. Nesse sentido, esses objetivos devem ser transformados em unidades físicas para então passarem a ser utilizados como medida de produção. Normalmente os objetivos ambientais são traduzidos em metas, as quais utilizam medidas padronizadas como o m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, litros, quilômetros, Kwa etc.

**3.2 Medidas de Eficiência** - Medidas de eficiência estão voltadas ao acompanhamento do custo unitário de produção, considerando-se uma mesma quantidade produzida e entendendo-se que quanto menor o custo unitário dessa produção maior será a eficiência, segundo Robles Jr. (1994, p.79). Elas são representadas por uma relação entre o produto e o insumo, podendo ser expressas em termos percentuais ou em forma de índice. Por produto, entende-se como sendo a utilização completa de insumos em todas as fases de processo.

Harrington (1991, p.123) apresenta algumas medidas típicas de eficiência, como segue:

- a) tempo do ciclo do processo por unidade ou transações;
- b) recursos consumidos (dinheiro, pessoas, espaços) por unidade de produto;
- c) percentual do exato preço do valor adicionado do total do custo do processo;
- d) custo da baixa qualidade por unidade de produto e
- e) espera por unidade de transação.

Processo e sub-processo têm um mínimo de duas necessidades de eficiência estabelecidas, uma que é a razão de valor de insumo para o produto ou recursos por unidade de produto - (custo por novo empregado, custo por requisição de venda processada), e outra que mede o tempo de processo (ciclo) – por exemplo: horas para processar uma troca, dias para controlar um empregado, horas para processar uma ordem de venda, conforme Harrington (1991, p.20). Em resumo, mede-se eficiência de qualquer entidade, processo, sub-processo ou atividade a partir de dois fatores:

- a) custos por unidade de produto e
- b) tempo utilizado em processo.

Medidas de eficiência que objetivem controlar o uso de tempo e que vão ao encontro das expectativas e necessidades de clientes nascem a partir de objetivos e metas ambientais estabelecidas. Portanto, podem ter como fatores geradores os seguintes:

- a) quilos de resíduos têxteis produzidos;
- b) volume de emissão atmosférica;
- c) volume de efluente tratado;
- d) combustível fóssil consumido;
- e) energia elétrica consumida;

**3.2.1 Eficiência Fator Custo** – essa medida tem como objetivo acompanhar a evolução de custos de uma determinada atividade. Pode-se medir a eficiência de recursos ambientais consumidos e dos resíduos industriais gerados, como segue.

*a) recursos ambientais consumidos* - o numerador é composto de total de recursos monetários utilizados em atividade, formados pelas variáveis (L = Trabalho) e (K = Capital), onde (K) representa o valor de recuperação do investimento feito em Ativo Ambiental e o denominador é representado pela quantidade física de recursos ambientais consumidos no período.

$$\text{Índice de Eficiência (ra)} = \frac{\text{Recursos Monetários Consumidos em Atividade}}{\text{Quantidade de Recursos Ambientais Consumidos}}$$

Onde:

(ra) = recursos ambientais;

Recursos Monetários Consumidos na Atividade, expressos em valores monetários;

Quantidade Física Consumida = quantidade física consumida em período analisado.

Interpretação de fórmula: Quanto menor o índice, melhor para a atividade.

*b) resíduos industriais gerados* - o numerador é composto de total de recursos monetários consumidos em atividade e o denominador é formado pela quantidade física de resíduos produzidos no período.

$$\text{Índice de Eficiência (ri)} = \frac{\text{Recursos Monetários Consumidos na Atividade}}{\text{Quantidade Gerada de Resíduos Industriais}}$$

Onde:

(ri) = resíduos industriais;

Recursos Monetários Consumidos na Atividade, expressos em valores monetários;

Quantidade Gerada de Resíduos Industriais = quantidade física gerada no período analisado.

Interpretação do índice: Quanto menor o índice, melhor para a atividade.

**3.2.3 Eficiência Fator Tempo** – essa medida tem por objetivo monitorar o tempo que é utilizado em consecução de uma determinada atividade. Pode-se medir o tempo aplicado em monitoração de recursos ambientais utilizados e em monitoração de resíduos industriais produzidos, como segue.

a) *recursos ambientais consumidos* - o numerador é composto do tempo aplicado na execução de tarefa e o denominador representa a quantidade física consumida no período.

$$\text{Índice de Eficiência (t,ra)} = \text{Tempo} / \text{Quantidade Física Consumida}$$

Onde:

(t, ra) = fator “tempo” e “recursos ambientais”

Tempo: ano, semestre, trimestre, bimestre, mês, semanas, dias ou horas;

Quantidade Consumida: pode ser expressa em kg, litros, m<sup>3</sup>, quilowatts etc.

Interpretação da fórmula: Quanto menor o índice, melhor para a atividade.

b) *resíduo industrial gerado* - o numerador é composto de tempo consumido em execução de tarefa e o denominador representa a quantidade física gerada no período.

$$\text{Índice de Eficiência (ri)} = \text{Tempo} / \text{Quantidade Física Gerada}$$

Onde:

(ri) = resíduo industrial;

Quantidade Gerada = pode ser expresso em kg, litros, m<sup>3</sup>, quilowatts etc;

Tempo: ano, semestre, trimestre, bimestre, mês, semanas, dias, horas ou mesmo segundos.

Interpretação da fórmula: Quanto menor o índice, melhor para a atividade.

**3.2.4 Eficiência Relativa** - Com a fórmula apresentada a seguir, pode-se medir a eficiência de recursos monetários efetivamente consumidos em atividade ambiental em relação ao que se esperava consumir deles. Tanto o numerador quanto o denominador podem ser expressos em termos monetários como em não monetários, desde que mantenham o mesmo padrão de medida.

$$\text{Eficiência (relativa)} = \frac{\text{Recursos esperados para ser consumidos}}{\text{Recursos efetivamente consumidos}} = 1,00$$

Interpretação da fórmula: o índice de eficiência obtido indica o percentual de realização da expectativa de utilização dos recursos monetários. Quanto maior, melhor.

#### 4 Exemplos de Mensuração da Produtividade e Eficiência

A seguir, apresentam-se exemplos de mensuração da produtividade e eficiência de uma atividade ambiental, especificamente a *utilização de energia alternativa – gás-natural*.

- a) *mensuração de produtividade da atividade de utilização de energia alternativa – gás-natural* - corresponde a um recurso ambiental e, normalmente a meta é de redução. A produtividade será medida parcialmente dos fatores de produção (insumos), utilizando-se a fórmula geral, onde a *medida de produto* está representada pelo consumo de gás-natural, expresso em m<sup>3</sup> e a *medida de insumo* está representada pelo fator de produção serviço próprio. Os dados físicos são fornecidos por meio dos registros internos e a quantidade consumida de serviço expressa em horas pode ser fornecida pela própria CPA, em suas planilhas de lançamento de folha, O quadro 4 mostra os índices de produtividade encontrados, lembrando que todos os dados são hipotéticos.

Descrição: atividade – energia alternativa – gás-natural						
<i>Descrição/Período</i>	<i>1 (*)</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Consumo gás-natural – m <sup>3</sup>	1.000	1.100	1.150	1.200	1.180	1.230
MOD - em horas	600	605	580	550	550	550
Produtividade – nr. absoluto	1,667	1,818	1,983	2,182	2,145	2,236
Produtividade – índice relativo	100	109,06	118,95	130,89	128,70	134,13
Interpretação: quanto maior, melhor						
(*) Período adotado como referência						

Quadro 04 – Produtividade de Atividade de Energia Alternativa – gás-natural

O que se deseja é que o consumo de gás natural aumente ao longo dos períodos, porém,, paralelamente, deseja-se que se gaste menos horas em cada atividade. Nesse exemplo, houve melhora em todos os períodos subseqüentes ao período 1, destacando-se o período 6, que apresentou uma evolução líquida de 34,13%. Essa mesma planilha deverá ser feita para todas as atividades ambientais, sintetizando os resultados em uma única planilha de produtividade.

b) *mensuração de eficiência de atividade energia alternativa – gás-natural* – o quadro 05 fornece índices de eficiência de uso de recurso ambiental, referente a atividade *energia alternativa – gás-natural*. As informações de natureza monetária são fornecidas pela CPA, obviamente que são hipotéticos e os dados não monetários são fornecidos por meio dos registros internos. Os dados físicos são os mesmos do quadro 04.

<i>Descrição./Período</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Custo (R\$ em mil)	1.000	1.100	1.000	980	900	900
% retorno s/Capital Ambiental (*)	180	180	180	180	180	180
Efici. Fator Custo	1,18	1,16	1,02	0,97	0,92	0,88
Efic. Fator Tempo	0,60	0,55	0,50	0,46	0,47	0,45
Efic. Relativa – fator Custo – período 1	100	98	86	82	78	75
Efic. Relativa – fator tempo – período 1	100	92	83	77	78	75
(*) Valor do capital ambiental = R\$ 1.800.000,00, sem considerar nos períodos a variação do poder aquisitivo da moeda, valores de novos investimentos e variação da desvalorização do bem.						
Interpretação do índice: quanto menor, melhor.						

Quadro 05 – Eficiência da Atividade Energia Alternativa – gás-natural.

**4.1 Análise de Resultados** – os quadros 04 e 05 apresentaram os seguintes resultados.

a) *Produtividade* – sendo a interpretação dessa atividade “quanto maior, melhor,” ela foi então produtiva em todos os períodos, destacando-se o período 6, que apresentou uma evolução líquida de 34,13%. Em número absoluto, percebe-se que a atividade foi produtiva em todos os períodos, todavia, somente com o índice relativo de produtividade é possível identificar a evolução de cada período em relação ao período base.

b) *Eficiência* - essa atividade foi eficiente a cada período, de forma progressiva, uma vez que a interpretação é “quanto menor, melhor”. *Eficiência Fator Custo* - em índice absoluto, essa atividade foi eficiente em todos os períodos, de forma progressiva, igualmente válida essa observação para os índices relativos de eficiência. *Eficiência Fator Tempo* – em índice absoluto, essa atividade foi eficiente a cada período, de forma progressiva, igualmente válida essa observação para os índices relativos de eficiência.

Essas medidas, produtividade e eficiência, quando analisadas em conjunto, fornecem subsídios para a identificação de pontos críticos em desempenho de processo. Com base em índices absolutos e relativos, pode o gestor ambiental concentrar esforços exatamente na variável que estiver afetando o desempenho de atividade, que pode ser custo, tempo, produção ou mesmo os insumos.

## 5 Considerações Finais

Esta pesquisa permitiu definir a função e o funcionamento de atividade ambiental em uma entidade, apresentou a contribuição de Contabilidade por Atividade em processo de mensuração de desempenho, utilizando os conceitos de produtividade e eficiência, bem como proporcionou esclarecimentos quanto à conciliação da CPA com a atividade ambiental e respectiva mensuração de desempenho. As medidas de produtividade demonstraram-se adequadas à monitoração de produtividade de atividade ambiental referente a realização de cada serviço prestado dessa atividade na consecução de suas tarefas. Essas mesmas medidas foram esclarecedoras aos gestores no que diz respeito aos fatores de produção que, no conceito de produtividade, são numerador da fórmula. As várias maneiras ora apresentadas referentes à mensuração de produtividade mostram que, se a entidade desejar, pode-se medir apenas um fator de produção ou medir-se em relação a todos os fatores de produção. As medidas de eficiência demonstraram ser eficazes na monitoração antecipada de gastos de uma atividade, tanto no fator “tempo” quanto “custo”, uma vez que por meio dos índices (absoluto ou relativo), pode-se identificar os fatores críticos da atividade ambiental.

De uma maneira geral, foi evidenciada a utilidade diferencial ao adotar o método indutivo de resolução de um problema, uma vez que os conhecimentos ora apresentados podem ser utilizados em qualquer atividade ambiental de qualquer ramo de atividade de qualquer tipo de entidade.

## Referências

- BEAZLEY, Mitchell. **Cuidando do Planeta Terra**. (...) : Reed International Books Ltd, 1993.
- BOISVERT, Hugues. **Contabilidade por Atividades**: contabilidade de gestão: práticas avançadas. – São Paulo : Atlas, 1999.
- HARRINGTON, H. James. **Business Process Improvement**. New York : McGraw-Hill, Inc., 1991.
- HOUAISS, Antonio, VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. – Rio de Janeiro : Objetiva, 2001.
- LORA, Célio. **Gestão de Custos**. 2. ed. Rio de Janeiro : Kichu : Fundação Getúlio Vargas, 2001.
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos**. 8ª. ed. – São Paulo : Atlas, 2001.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Medida da Produtividade na Entidade Moderna**. – São Paulo : Pioneira, 1991.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo : Pioneira, 2004.
- RIBEIRO, Maisa de Souza. Tratamento Contábil dos Gastos de Natureza Ambiental pelo Custeio por Atividade. **Revista de Contabilidade do CRC SP**. Ano III, nr. 7, mar/99.
- RIBEIRO, Maisa de Souza. MARTINS, Eliseu. **Apuração dos Custos Ambientais por meio do Custeio por Atividade**. Boletim do Ibracon, Ano XXI, nr. 243, ago./98.

RIBEIRO, Maisa de Souza. **Custeio das Atividades de Natureza Ambiental**. Tese (Doutorado em Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP, 1998.

ROBLES JR. Antonio. **Custos da Qualidade**: uma estratégia para a competição global. – São Paulo : Atlas, 1994.