

PROPOSTA METODOLÓGICA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE ETAPAS DE PROCESSOS PRODUTIVOS: ESTUDO DE CASO DA PRODUÇÃO DE CAFÉ SOLÚVEL

Elias Lira dos Santos Junior¹ (eliasjunior@utfpr.edu.br); Poliana Roberta Frare¹ (polianafrare@hotmail.com); Fabio Luiz Fronza² (fabio_fronza@hotmail.com); Vanio Faquin² (vaniofaquin@hotmail.com); Fabiana Costa Araujo. Schutz² (fabianaschutz@utfpr.edu.br); Juliana Bortolli Rodrigues Mees² (juliana@utfpr.edu.br); Camilo Freddy Mendoza Morejon¹ (camilo_freddy@hotmail.com)

1 UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ, TOLEDO, PR

2 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, MEDIANEIRA, PR

RESUMO

Dentre as formas de comercialização do café está a solúvel. Desta forma é de suma importância conhecer os impactos ambientais inerentes a essa atividade econômica com vistas a otimização dos processos e a minimização de geração de resíduos, potencializando o uso racional dos recursos naturais. Muito se tem buscado para otimizar os processos produtivos, principalmente, no que tange ao conhecimento/entendimento dos principais impactos imputados ao meio ambiente de cada etapa da produção, contudo os avanços metodológicos não acompanharam, de maneira geral, os avanços tecnológicos. Assim sendo a agregação de métodos e técnicas que propiciem a identificação das zonas e/ou áreas, ou mesmo de etapas produtivas que causem maior dano ambiental apresentasse como uma alternativa bastante viável e exequível. Nesse sentido esse trabalho convergiu para fusão da análise preliminar de risco ambiental com a metodologia de "check list" utilizada na avaliação de impacto ambiental para o auxílio no gerenciamento de resíduos, identificando a etapa do processo de produção que requer maior intervenção sendo ela qualitativa e/ou quantitativa. Nesse sentido foram listados e classificados os impactos ambientais advindos da produção de café solúvel, a partir de um balanço material (entradas e saídas). Foi ainda obtido o valor de impacto ambiental esperado em cada uma das 10 etapas de produção, sendo a extração e a seleção as que tiveram maior pontuação (4,7) o que as tornam etapas críticas.

Palavras-chave: Produção mais limpa, Produção de café solúvel, Impacto ambiental.

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE STAGES OF THE PRODUCTIVE PROCESSES: CASE STUDY OF THE PRODUCTION OF SOLUBLE COFFEE

ABSTRACT

Among the forms of coffee commercialization is a soluble. In this way it is of paramount importance for the inert environmental impacts of this economic activity with a view to optimizing processes and minimizing the generation of waste, enhancing the rational use of natural resources. Much sought after to optimize the productive processes, especially with regard to knowledge / understanding of the main impacts attributed to the environment of each stage of production, with methodological advances did not follow, in a general way, the technological advances. Thus, an aggregation of methods and techniques that allow an identification of zones and / or areas, or even of stages that cause greater environmental damage as a feasible and feasible alternative. In this sense, this convergence work to merge the preliminary environmental risk analysis with a "checklist" methodology is not an environmental impact assessment for the aid without waste management, identifying a phase of the production process that requires greater intervention in quality / Or quantitative. In this sense, it was the environmental elements and impacts from the production of soluble coffee, based on a material balance (inputs and outputs). The expected

environmental impact value was also obtained in each of the 10 production stages, having been selected and selected with the highest score (4,7)

Keywords: Cleaner production, Production of soluble coffee, Environmental impact.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a ABIC (2017) por quase um século, o café foi a grande riqueza brasileira, e as divisas geradas pela economia cafeeira aceleraram o desenvolvimento do Brasil e o inseriram nas relações internacionais de comércio. A cultura do café ocupou vales e montanhas, possibilitando o surgimento de cidades e dinamização de importantes centros urbanos por todo o interior do Estado de São Paulo, sul de Minas Gerais e norte do Paraná. Ferrovias foram construídas para permitir o escoamento da produção, substituindo o transporte animal e impulsionando o comércio inter-regional de outras importantes mercadorias. Em 1727, a primeira muda de café chegou ao norte do Brasil, trazida da Guiana Francesa pelo Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta. Com as condições climáticas favoráveis, o plantio de café teve grande adaptação, espalhando-se rapidamente, com a produção primeiramente voltada ao uso doméstico. Em um curto período de tempo, o café tornou-se um produto base da economia e assim ganhou destaque na economia brasileira.

Durante o período de 1889 a 1930 a economia brasileira ainda era marcada pelas atividades agroexportadora. Porém, existia o funcionamento de indústrias construídas a partir do capital das exportações e da lavoura cafeeira. Com o intuito de aumentar a demanda de produtos de consumo não duráveis e também a renda da população, a política de valorização do café contribuiu para o crescimento da atividade industrial (ABIC, 2017). Ainda de acordo com o mesmo autor o Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de café, já a algum tempo, contudo, faz-se necessário o aprimoramento da cadeia produtiva observando aspectos que vão desde o controle da produção e, por conseguinte, controle da qualidade do produto exportado até a garantia da sustentabilidade do negócio sob a ótica ambiental e social.

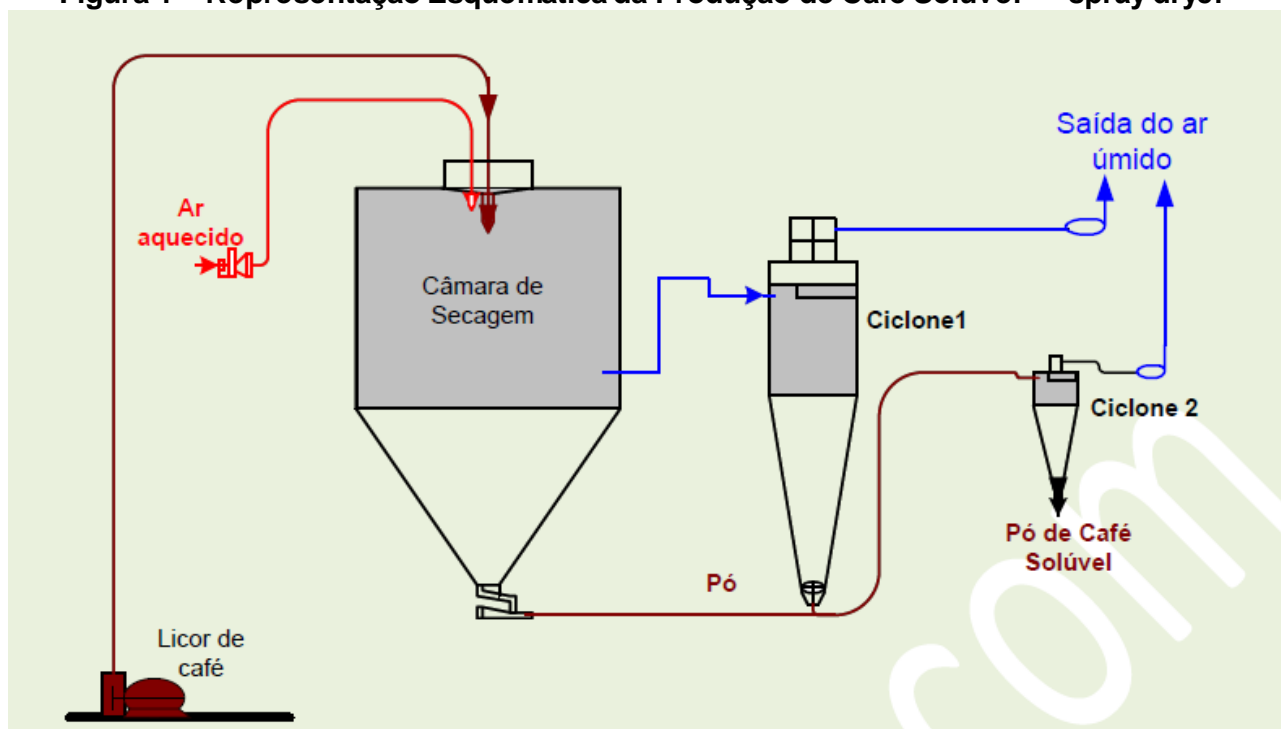
Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA; 2017), o parque cafeeiro nacional é estimado em 2,25 milhões de hectares e compreende um universo de cerca de 290 mil produtores, a maioria pequenos, que estão espalhados por aproximadamente 1.900 municípios.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB; 2017), a produtividade média por hectare é de 22,49 sacas. No ano passado, o Brasil colheu 42,3 milhões de sacas de 60 quilos e registrou um recorde de exportações de 36,80 milhões de sacas – crescimento de 1,3% em comparação ao ano anterior. A produção de café arábica foi de 32,05 milhões de sacas e a de café Conilon totalizou de 11,19 milhões de sacas.

O café industrializado pode ser classificado em dois grupos: café torrado e moído; e café solúvel. Algumas etapas de processamento, como limpeza, torração dos grãos e moagem são as mesmas que as usadas na fabricação de café moído ou em pó. No entanto, para a produção de café solúvel, é necessário inserir as etapas de extração, tratamento do extrato, concentração e, por fim, a secagem (BOTELHO; 2005).

De acordo com Silva et al (2015) para produção de café solúvel, geralmente, emprega-se café conilon ou “blends” dos cafés conilon e arábica, que após torrado e moído procede-se a extração do licor de café utilizando colunas de percolação. O licor é concentrado em evaporadores removendo o excesso de água. A próxima fase está na obtenção da fração sólida do licor, empregando “*spray dryer*” ou liofilizadores. No “*spray dryer*”, o licor concentrado é pulverizado por meio de um bico injetor, na câmara de secagem em forma de um ciclone. Na câmara também é injetado ar aquecido (130 a 280 °C) que capta o vapor de água e o transporta para o meio externo. A fração sólida decanta na parte inferior da câmara de secagem e do ciclone 1 são transportadas pneumáticamente até o ciclone 2. O ciclone 1 tem a função de resgatar partículas de pó, que não decantaram na câmara de secagem, mas estão presentes no ar de exaustão de acordo com a Figura 1.

Figura 1 – Representação Esquemática da Produção de Café Solúvel – “spray dryer”



Fonte: Silva et al (2015).

Desta forma se faz necessário investir em práticas ambientalmente corretas para se tornar um diferencial de mercado. Com consumidores cada vez mais exigentes e bem informados, esses optarão pelos produtos e serviços que já conquistaram nome, conceito obtido devido às ações sustentáveis. Assim sendo práticas de produção mais limpa que se apliquem a cadeia produtiva é de suma importância para a continuidade do atual cenário econômico, social sempre buscando a melhoria ambiental (SILVA et al; 2015).

O debate a respeito das práticas sustentáveis nas empresas está cada vez mais intenso, envolvendo vários agentes sociais. Percebe-se, no entanto, certa carência de fundamentos científicos e de referenciais mais elaborados na discussão deste tema tão relevante para a vida das empresas e da sociedade. Não distante a isso o conceito de produção mais limpa envolve a redução de impactos negativos ao ambiente, ao longo de todo o ciclo de vida do produto que vai desde a extração da matéria-prima até a distribuição e comercialização (DA SILVA e NETO; 2011).

Agregado a outras metodologias a avaliação de impacto ambiental apresenta-se como uma forte ferramenta no gerenciamento de resíduos de atividades potencialmente poluidoras em operação. Nesse sentido temos como alternativas colaborativas metodológicas a avaliação preliminar de risco ambiental e o “check list” de impactos ambientais, o plano de controle ambiental entre outros, possibilitando ao gestor empresarial a identificação das etapas que necessitam de maiores controles e uma vigilância constante com vistas a preposição de alternativas e rotas ambientais adequadas e tecnicamente viáveis para otimizar a produção.

2. OBJETIVO

Este estudo objetiva avaliar o grau de relevância dos impactos ambientais (GRIA) da produção de café solúvel identificando a etapa produtiva com maior potencialidade de dano ao meio ambiente e/ou o valor esperado do impacto ambiental em cada uma das etapas de produção.

3. METODOLOGIA

Este trabalho é classificado como básico, no tocante a sua natureza; descritivo quanto aos seus objetivos e bibliográfico pela sua abordagem e/ou pela forma de obtenção das informações (MARCONI et al; 1999).

Para a obtenção do objetivo proposto foi, inicialmente, levantada na literatura as informações pertinentes ao processo de produção de café solúvel, as tecnologias empregadas, os principais insumos utilizados, as matérias primas inseridas no produto bem como os tipos de resíduos gerados em cada fonte geradora no âmbito nacional.

A seguir foi elaborado um fluxograma do processo produtivo com suas respectivas entradas e saídas do sistema (balanço material qualitativo) em conformidade as informações anteriormente obtidas.

Em seguida foi elaborado um “check list” dos impactos ambientais de cada etapa produtora através de especialistas da área. Os impactos ambientais listados dizem respeito, tal somente, ao meio biogeofísico, não sendo observado o meio antrópico e/ou a sócio econômica, uma vez que se trata de etapas operacionais de produção, intramuros da planta industrial, sendo considerada somente a área diretamente afetada.

A posteriori os impactos ambientais (IA) inerentes a cada etapa de produção do café solúvel foram classificados.

A classificação se deu quanto a sua natureza (positivo, negativo ou neutro). A classificação empregada quanto a severidade é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Categorias de Severidade dos Impactos Ambientais.

Categoria	Denominação	Descrição
I	Desprezível	Não causa dano ambiental
II	Marginal	Pequeno dano ambiental
III	Severo	Provoca danos ao meio ambiente e agravos a saúde humana. Apresenta baixas características de reversibilidade.
IV	Catastrófica	Provoca significativos impactos ao meio ambiente, elevada degradação, irreversível e provocam relevantes impactos a saúde pública.

Fonte: Adaptado de Amorim (2010)

Para a classificação dos IA de cada etapa quanto a frequência de ocorrência dos mesmos foram utilizadas as categorias apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Categoria de Frequência dos Impactos Ambientais.

Categoria	Denominação	Descrição
A	Extremamente Remota	Evento impossível – praticamente impossível a ocorrência desse tipo de evento durante a vida útil da planta industrial
B	Remota	Pequena chance de ocorrência durante a vida útil da planta industrial
C	Improvável	Ocorre poucas vezes durante a vida útil da planta industrial, pouco esperado
D	Provável	Ocorrência esperada durante a vida útil da planta industrial
E	Freqüente	Evento certo – evento que ocorrerá durante a vida útil da planta industrial

Fonte: Adaptado de Amorim (2010)

Com a combinação das classificações supracitadas foram obtidos o grau de relevância dos impactos ambientais (GRIA) de cada um dos impactos listados. Para obtenção desse índice considera-se a metodologia empregada na Análise Preliminar de Risco ou Perigo (APR) adaptado da proposta de Camacho (2004).

O Quadro 3 apresenta a matriz utilizada para identificação do grau de relevância dos impactos ambientais (GRIA).

Quadro 3 - Classificação do Grau de Relevância dos Impactos Ambientais (GRIA).

Severidade	Frequência				
	A	B	C	D	E
I	1	1	1	2	3
II	1	1	2	3	4
III	1	2	3	4	5
IV	2	3	4	5	5
Classificação	1. Irrelevante	2. Baixo	3. Moderado	4. Relevante	5. Crítico

Fonte: Adaptado de Camacho (2004)

Em seguida cada etapa foi agrupada com todos os seus impactos e, por conseguinte, com cada GRIA e foi ponderado pela frequência com que o mesmo apareceu em cada etapa, obtendo-se desta forma o Valor Esperado de impacto ambiental (VEIA), dado pela equação 1.

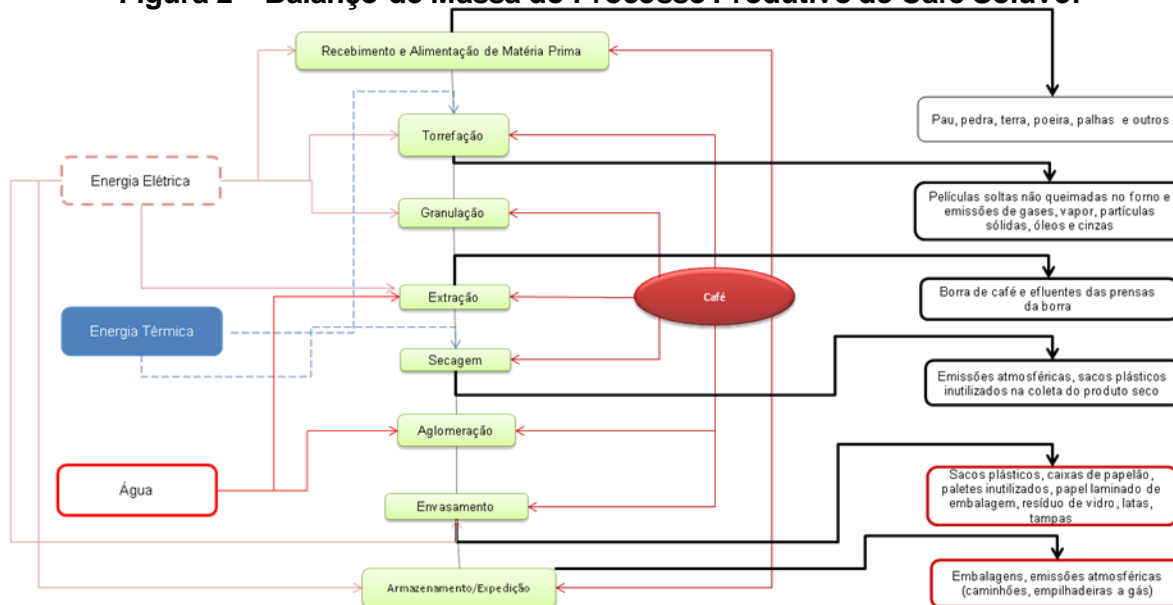
$$VEIA = \sum GRIA \times P(GRIA); \quad (\text{Equação } 1),$$

onde: GRIA é o grau de relevância do impacto ambiental e P(GRIA) é a probabilidade de ocorrência desse impacto com esse determinado grau. O Valor Esperado de Impacto Ambiental (VEIA) nada mais é do que a média aritmética ponderada em cada etapa do processo produtivo. Desta forma cada setor da produção foi quantificado um VEIA,, o que possibilitou a determinação/identificação de qual setor do processo produtivo é responsável pelo maior impacto ambiental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta um fluxo do processo produtivo de café solúvel com as respectivas entradas (insumos e matérias primas) e as saídas do sistema (tipos de resíduos).

Figura 2 – Balanço de Massa do Processo Produtivo de Café Solúvel



De acordo com o balanço supracitado no Quadro 4 é apresentada uma lista dos impactos ambientais de acordo com as 10 etapas da produção de café solúvel, seguido de sua classificação quanto a natureza, frequência e severidade, indicando o grau de impacto ambiental de cada um dos respectivos impactos listados.

Quadro 4 – Impactos Ambientais Oriundos da Produção de Café Solúvel

Etapa	Impacto	Classificação			GRIA
		Natureza	Frequência	Severidade	
Recebimento	Geração de resíduos sólidos	Negativo	E	II	4
	Aumento do trafego de veículos			I	3
	Incremento do consumo de combustíveis fósseis.			II	4
	Alteração da Qualidade do Ar - Poeira			II	4
Seleção	Alteração da qualidade do Ar - material particulado			III	5
	Aumento da demanda de energia elétrica			III	5
	Geração de resíduos sólidos - restos de matéria prima			II	4
Torrefação	Alteração da qualidade do Ar - Gases			I	3
	Aumento da demanda de energia elétrica			II	4
	Geração de resíduos sólidos - cinzas			III	5
Granulação/Moagem	Aumento da demanda de energia elétrica			II	4
Extração	Diminuição da disponibilidade hídrica			III	5
	Aumento da demanda de energia elétrica			II	4
	Alteração da Qualidade da Água			III	5
Concentração	Geração de resíduos sólidos - borras			III	5
	Aumento da demanda de energia elétrica			II	4
Secagem	Aumento da demanda de energia elétrica			II	4
	Geração de resíduos sólidos - sacos plásticos			II	4
Aglomerção	Diminuição da disponibilidade hídrica			II	4
	Aumento da demanda de energia elétrica			III	5
Envasamento	Geração de resíduos sólidos - restos de embalagens; pó			II	4
Armazenamento e Expedição	Aumento do tráfego de veículos			II	4
	Incremento do consumo de combustíveis fósseis			II	4
	Geração de resíduos sólidos - restos de embalagens; pó			II	4
	Alteração da qualidade do Ar - material particulado			III	5

Os 25 impactos ambientais listados nas 10 etapas foram classificados, em relação a sua frequência e natureza, como frequentes e negativos indicando que esses episódios irão ocorrer durante o processo de fabricação do produto em questão (evento certo).

A negatividade de 100% dos eventos se justifica pela não avaliação dos impactos pertinentes ao meio sócio econômico, que possuem características, normalmente, positivas sendo esses: a geração de empregos e renda, aumento na arrecadação de impostos, etc.

Quanto à severidade 8% dos impactos foram considerados desprezíveis, enquanto que 60% foram atribuídos como marginal e 32% severos. Não foram apontados impactos catastróficos.

Quanto ao GRIA não foram obtidos impactos irrelevantes e nem impactos de baixa importância e, ainda, foram considerados 8% moderados, 60% relevantes e 32% críticos.

Desta forma foi obtido o valor esperado do impacto ambiental em cada uma das etapas do processo de produção do café que são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Valor Esperado do Impacto Ambiental nas Etapas Produtivas de Café Solúvel

Etapa	GRIA	Ocorrências	P (GRIA)	GRIA x P(GRIA)
Recebimento	3	1	0,25	3 x 0,25 = 0,75
	4	3	0,75	4x0,75= 3,00
	TOTAL	4	1	3,75
Seleção	4	1	0,33	1,32
	5	2	0,67	3,35
	TOTAL	3	1	4,67
Torrefação	3	1	0,33	0,99
	4	1	0,34	1,36
	5	1	0,33	1,64
	TOTAL	3	1	3,99
Granulação/Moagem	4	1	1	4
	TOTAL	1		4,00
Extração	4	1	0,33	1,32
	5	2	0,67	3,35
	TOTAL	3	1	4,67
Concentração	4	1	0,5	2,00
	5	1	0,5	2,50
	TOTAL	2	1	4,50
Secagem	4	2	1	4,00
	TOTAL	2	1	4,00
Aglomeração	4	1	0,5	2,00
	5	1	0,5	2,50
	TOTAL	2	1	4,50
Envasamento	4	1	1	4,00
	TOTAL	1	1	4,00
Armazenamento e Expedição	4	3	0,75	3,00
	5	1	0,25	1,25
	TOTAL	4	1	4,25

Para a classificação de cada etapa da produção fez-se necessário o arredondamento dos valores obtidos, visto que, a classificação é feita sobre valores discretos.

O Quadro 6 apresenta uma síntese dos valores esperados de impactos ambientais ocorridos em cada etapa da produção com os arredondamentos aferidos, bem como, as classificações das relevâncias dos impactos.

A média dos valores de impactos de cada uma das etapas do processo de produção caracteriza o GRIA da atividade produtiva como um todo, sendo essa descrita no mesmo quadro.

Quadro 6 – Valor Esperado dos Impactos Ambientais das Etapas de Produção de Café Solúvel.

Etapa	VEIA	Classificação
Recebimento	3,8	Relevante
Seleção	4,7	Critico
Torrefação	4,0	Relevante
Granulação/Moagem	4,0	Relevante
Extração	4,7	Critico
Concentração	4,5	Relevante – Critica
Secagem	4,0	Relevante
Aglomeración	4,5	Relevante – Critica
Envasamento	4,0	Relevante
Armazenamento e Expedição	4,3	Relevante
Média	4,3	Relevante

As etapas consideradas como críticas foram a seleção e a extração, apresentado um VEIA igual a 4,7, em ambas as fases. A concentração e aglomeração ficaram no limiar de duas categorias, relevante e critico, sendo passível de observações e cuidados contínuos ao longo do processamento. A produção de café solúvel tem um significativo potencial de degradação ao meio ambiente, apresentando média igual a 4,3, o que indica que tal atividade apresenta significativo potencial poluidor/degradador.

5. CONCLUSÃO

De maneira geral a produção de café solúvel está baseada em 10 etapas. Nesta produção aponta-se para o significativo gasto de energia elétrica, substancialmente, as fases de torrefação e secagem. Os dados aqui apresentados não consideram a cadeia produtiva do café, ou seja, tal análise consubstanciase na planta industrial da produção de café solúvel, não sendo verificados os impactos ambientais do ramo agrícola da atividade produtora. Desta forma não foram encontrados impactos positivos, sobremaneira, no que tange aos aspectos sociais, uma vez que estes não foram foco da investigação. No tocante aos aspectos biogeofísicos o maior impacto ocorreu na seleção e extração

Em média a produção de café solúvel foi considerada como uma atividade que gera impactos ambientais relevantes desta forma exigindo sempre uma vigilância continua nos processos e nos sistemas de controle de emissão, onde se encontra a emissão de particulados, o maior consumo de água, uma maior taxa de consumo de energia elétrica e a maior geração de resíduos sólidos. A etapa da extração, aqui avaliada como uma fase critica da produção, tem como resíduo a borra de café que tem como alternativa tecnológica a reutilização na indústria alimentícia recuperando os lipídios, proteínas e fibras, as quais são desperdiçadas quando descartada na terra ou é apenas utilizada como combustível.

Em síntese a enumeração e quantificação dos impactos ambientais nas etapas de processos produtivos apontam as reais preocupações para a gestão ambiental na organização, sobremaneira, no tocante a minimização da geração junto à fonte geradora, incrementado com a proposição de novas tecnologias.

AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem ao grupo de Metalúrgicas de Foz do Iguaçu na figura da Digital Plus, Metal Pico, Metal Laran, Metalrugica Oli e Alffainox pelo fomento financeiro a esse

grupo de pesquisa, subsidiando o desenvolvimento de pesquisas aplicadas nos diferentes setores da economia.

REFERÊNCIAS

AMORIM, E. L. C. de. Ferramentas de Análise de Risco. Apostila do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alagoas, CTEC, Alagoas: 2010.

ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Disponível em: <http://www.abic.com.br>. Acesso em: Jan/2017.

BOTELHO, C.A.V.A. Produção de Café solúvel. Sistema Integrado de Respostas Técnicas - SIRT/UNESP. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. SBRT. 2005. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/upload/sbrt975.pdf>. Acesso em: Jan/2017.

CAMACHO, E. N. Uma Proposta de Metodologia para Análise Quantitativa de Riscos Ambientais. (2004). Tese - Programa de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café.V 4 – Safra 2017, n.1 - Primeiro Levantamento, Brasília, p. 1-98, jan.2017. ISSN: 2318-7913

DA SILVA,G.A; NETO,J.A. Um modelo de produção sustentável. 06 jan 2011 - Disponível em: <http://www.akatu.org.br/Temas/Sustentabilidade/Posts/Um-modelo-de-producao-sustentavel>. Acesso em jan/2017.

MARCONI, M.A; LAKATOS, E.M. Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 1999.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: Jan/2017.

SILVA,L.C; MORELI, A. P. ; JOAQUIN, T. N. M. . Café: beneficiamento e industrialização. In: Alaerto Luiz Marcolan; Marcelo Curitiba Espindula,. (Org.). Café na Amazônia. 1 ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015, v. , p. 384-398.

SILVA,L.C; MORELI, A. P. ; SIQUEIRA, A. J. H. . Café: preparo, secagem e armazenamento. In: Alaerto Luiz Marcolan; Marcelo Curitiba Espindula,. (Org.). Café na Amazônia. 1ed.Brasília, DF: EMBRAPA, 2015, v.