


ANÁLISE DE CICLO DE VIDA DA VITICULTURA PARA PRODUÇÃO DO SUCO DE UVA INTEGRAL

 <https://doi.org/10.56238/arev6n3-188>

Data de submissão: 15/10/2024

Data de publicação: 15/11/2024

Paulo Henrique Franzão Silva

Mestre em Tecnologias Limpas
Centro Universitário Ingá – Uningá

E-mail: pa.franzao@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3658698268487989>

Izadora Finco Ribeiro

Mestranda em Tecnologias Limpas, Bolsista PROSUP/CAPES
Universidade Cesumar - UNICESUMAR

E-mail: izadorafinco@hotmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6952669123947966>

Ana Samily de Oliveira Souza

Mestranda em Tecnologias Limpas, Bolsista do Instituto Cesumar de
Ciência Tecnologia e Inovação (ICETI)
Universidade Cesumar - UNICESUMAR

E-mail: ana_samily22@outlook.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5491695132588347>

Natália Ueda Yamaguchi

Doutora em Engenharia Química

Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá

E-mail: natalia.ueda@ufsc.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3108348607423641>

Francielli Gasparotto

Doutora em Agronomia, Bolsista do Instituto Cesumar de
Ciência Tecnologia e inovação

Universidade Cesumar/ UNICESUMAR

E-mail: francielli.gasparotto@unicesumar.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2673470812353146>

RESUMO

A sustentabilidade na agricultura e no processamento de alimentos vem despertando grande atenção de consumidores conscientes que mostram perfil crítico e analítico voltado para as práticas ambientais. Assim, objetiva-se, com esta pesquisa, avaliar os impactos ocasionados pela produção de uva no sistema convencional para produção de suco integral por abordagem da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). Os dados do Inventário de Ciclo de Vida (ICV) foram coletados por meio de questionário em uma propriedade situada no município de Marialva no interior do estado do Paraná/BR e foram levadas em conta as seguintes etapas de produção viticultura – adubação, proteção contra doenças e pragas, logística, mão de obra e colheita. Verificou-se que a viticultura é responsável por emitir diversos gases de efeito estufa que contribuem para a geração de potenciais impactos ambientais e degradação da

qualidade dos recursos naturais. Dentre os componentes do inventário da viticultura na propriedade em estudo, os fertilizantes sintéticos na viticultura foram responsáveis por impactos em maior número de categorias de impacto, seguido pelos combustíveis e os agrotóxicos. Visando o alcance da sustentabilidade, mudanças são necessárias na forma de manejo da cultura para que sejam reduzidos os impactos derivados de atividades como o uso de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Análise ambiental, Cadeia vitícola, Gestão Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Na última década, ao redor do mundo, a conscientização da população sobre as consequências dos impactos ambientais ocasionados pela ação do homem acerca da sua necessidade de suprir suas demandas veio aumentando. Estima-se que a população mundial, em 2017, passou dos 7,5 milhões de habitantes, número este que deve chegar a aproximadamente 11,2 milhões em 2100 (United Nations, 2018). Paralelamente ao aumento da população também aumenta a incógnita da possibilidade de se realizar uma produção sustentável de alimentos para suprir esta demanda crescente.

A produção intensiva agrícola vem ocasionando impactos negativos no planeta, principalmente devido ao uso de fertilizantes sintéticos, agrotóxicos e a conversão do solo em terras agrícolas afetando todo o ecossistema local (Meneses et al., 2016). A produção de frutas, como a uva, também contribui com este impacto e estima-se que, em 2016, esta cultura ocupou cerca de 7,6 milhões de hectares no mundo (FAOSTAT, 2016). No Brasil a uva é a quinta fruta com maior área produtiva alcançando, em 2017, 75.744 hectares cultivados (IBGE, 2018).

A atividade vitícola depende na maioria dos casos do uso intensivo de agrotóxicos, fertilizantes sintéticos e consumo de energia, e este padrão de produção vem causando impactos no meio ambiente (Peña, 2018; Ferrara; De Feo, 2018; Santos et al., 2018; Bellon-Maurel, 2015). Impactos estes que necessitam ser corretamente estimados para poderem ser sanados.

Uma alternativa para obter informações de como a exploração da cultura da uva nas mais diferentes regiões interfere no meio ambiente local e global se dá por meio do emprego da metodologia de Análise de Ciclo de Vida (ACV). A ACV é uma ferramenta padronizada pela International Organization for Standardization (ISO) capaz de quantificar os impactos ambientais de um produto, processo ou serviço ao longo do seu ciclo de vida de todos os recursos consumidos e todas as emissões e resíduos liberados. Na cadeia produtiva da uva a mesma pode incluir as análises nas etapas da viticultura, industrialização do vinho ou suco, distribuição dos lotes e, também, processos que incluem o transporte e materiais utilizados na agricultura e industrialização do fruto (Neto et al. 2013; ISO, 2008).

Nos últimos anos houve um aumento do emprego da ACV para analisar os impactos gerados pela cadeia produtiva vitícola, principalmente na Europa, dada a grande importância desta cultura e da produção de vinho neste continente (Neto et al., 2013; Quinteiro et al., 2014; Villanueva-Rey et al., 2015; Meneses et al., 2016; Ferrara; De Feo, 2018). No Brasil, ainda são escassos os trabalhos sobre a ACV e a viticultura.

Assim, este estudo objetiva avaliar os impactos ocasionados pela produção de uva no sistema convencional para produção de suco integral por abordagem da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).

Espera-se que os resultados auxiliem a tomada de decisão dos produtores de uva quanto às melhores práticas de manejo visando beneficiar o desempenho ambiental e o lucro dos viticultores da região noroeste do Paraná, Brasil.

2 METODOLOGIA

O produto em estudo é um suco de uva integral produzido em uma vinícola localizada na região noroeste do Paraná, no município de Marialva, Brasil. O suco é produzido a partir de uvas da variedade Bordo cultivadas nos próprios vinhedos da propriedade rural na referida cidade. O sistema praticado na propriedade é o convencional, comumente praticado por agricultores no Brasil, dependente da aplicação frequente de agrotóxicos e é baseado exclusivamente no cultivo da videira em parreiras do tipo latada. A uva é cultivada em 3 hectares com uma produção média anual de 35 mil kg para a safra de verão e de 20 mil kg na safra de inverno.

2.1 MÉTODO

O suco de uva foi analisado utilizando a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). A ACV é usada para avaliar a carga ambiental de um produto ou processo durante todo o seu ciclo de vida, ou seja, da extração de matérias-primas, fabricação, distribuição e uso até a disposição final do produto ou de seus resíduos. O procedimento é padronizado nas normas BNT NBR ISO 14040:2009 e ABNT NBR ISO 14044:2009, e dividido em quatro fases (ABNT, 2009 a, b): 1. Definição do objetivo e escopo; 2. Análise de Inventário; 3. Avaliação de impacto; 4. Interpretação.

2.2 DEFINIÇÃO DO OBJETIVO E ESCOPO

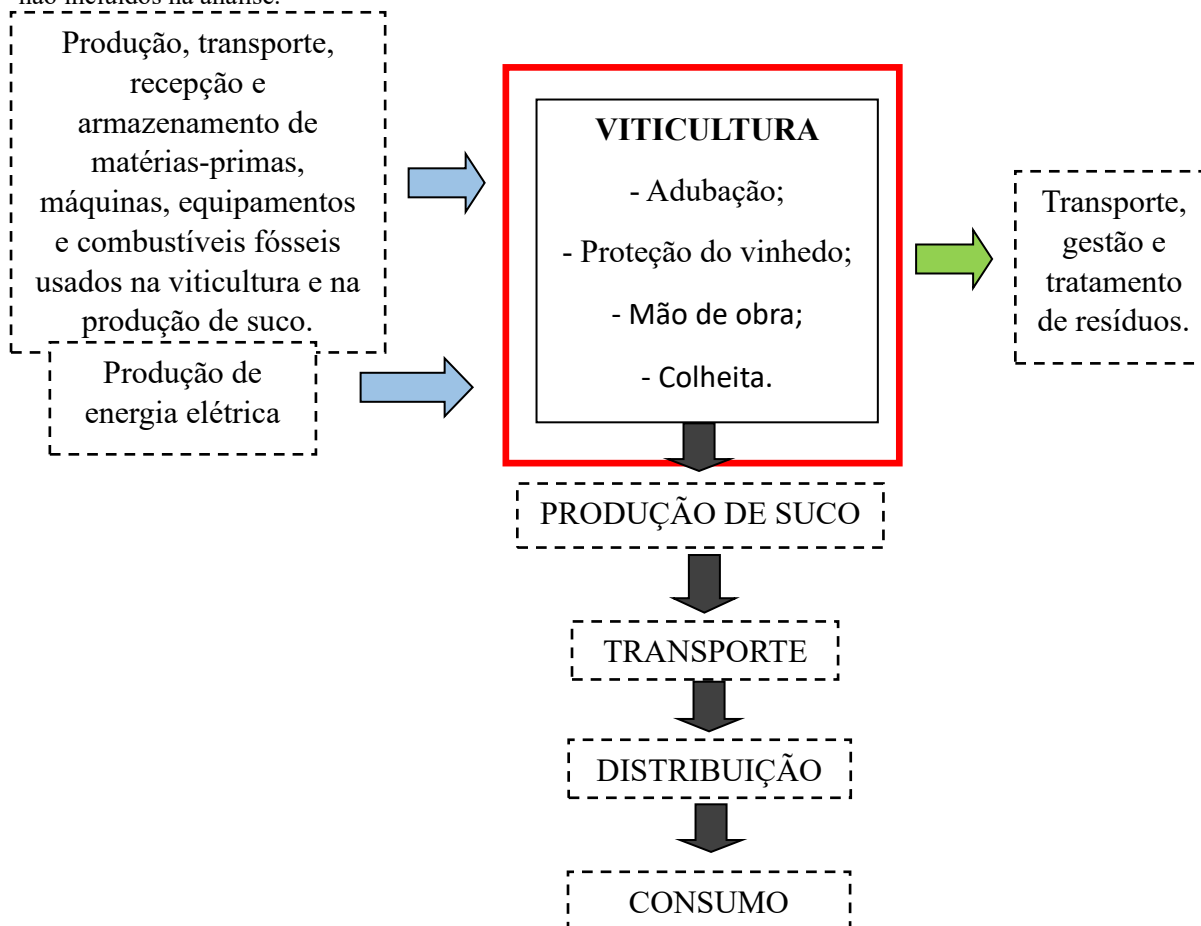
O objetivo deste estudo foi avaliar o perfil ambiental de um suco de uva integral, usando dados de campo reais de uma propriedade rural localizada no município de Marialva, coordenadas 23°20'15" a 23°40'27" de latitude sul e entre 51°25'05" e 52°50'59" de longitude oeste com área total em torno de 476,4 Km² (IBGE, 2010). Identificando na etapa de produção da uva, onde a carga ambiental pode ser melhorada.

A unidade funcional (UF) selecionada foi a produção de 1,5 L de suco de uva, referente a produção dos anos de 2017 e 2018. O fluxo de referência (FR) adotado foi a produtividade média da propriedade e a equivalência de 3 kg de uva para produção de 1,5 L de suco.

A abordagem utilizada inclui as etapas do ciclo de vida sob influência do local estudado, o sistema abordado focou em todos os processos da viticultura. Foram considerados os tratamentos

realizados pela propriedade com relação ao cultivo, tratos culturais das parreiras até a fase de colheita e entrega da uva in natura para o processamento (Figura 1).

Figura 1 - Sistema de fronteiras do processo de produção do suco de uva integral. A linha tracejada identifica os estágios não incluídos na análise.



Fonte: Autor, 2024.

Neste estudo não foram consideradas as etapas associadas ao processamento do suco de uva, armazenamento, distribuição, consumo e as opções de fim de vida, incluindo o transporte, gestão e tratamento dos resíduos. Também foram excluídas do estudo todas as atividades associadas à recepção e armazenamento de matérias-primas e equipamentos usados na fase de viticultura, como por exemplo: ferramentas e utensílios agrícolas.

Excluíram-se, ainda, outros processos como as atividades administrativas e de escritório, as operações de gestão e manutenção de infraestruturas, as obras de construção civil e mecânica, a utilização e manutenção das viaturas comerciais, as atividades dos laboratórios, processos de qualidade e as situações de emergência e excepcionais/acidentais, associadas ao derrame do suco ou produtos oriundos do processo, por não estarem diretamente associadas à produção do suco de uva.

2.3 ANÁLISE DE INVENTÁRIO

As informações recolhidas reportam os dados do suco de uva produzido a partir das uvas colhidas na propriedade no período de 2017 e processadas em 2018. A informação relativa aos recursos, materiais e combustíveis consumidos, às emissões para o ar e água e à produção de resíduos resultam de dados considerados a partir das situações mais frequentes e de bibliografia adequada.

As atividades da viticultura como a poda e preparação para o cultivo da uva iniciaram no mês de julho de 2017 e terminaram com a colheita das uvas em dezembro de 2017. Após a colheita da uva, a mesma foi transportada até a agroindústria para começar a produção do suco que iniciou simultaneamente com a colheita. Em seguida ingressou na fase das atividades de processamento (janeiro e fevereiro de 2018), por fim, é passada para a fase de comercialização e distribuição dos lotes até iniciar o ciclo de produção novamente (fevereiro a junho de 2018). A Tabela 1 apresenta os principais fluxos de entradas e de saídas, de materiais e energia, emissões para ar e água e resíduos da fase de viticultura reportados à UF.

Algumas considerações foram tomadas no inventário das entradas quanto ao consumo de água. A água consumida inclui a água necessária à preparação das caldas dos produtos aplicados nos tratamentos culturais, não foi contabilizada devido à indisponibilidade de informação e à dificuldade da sua estimativa, a água consumida em outros processos como lavagens da máquina e pulverizadores.

Todos os tratamentos culturais realizados na propriedade, com exceção da pulverização de agrotóxicos, são manuais como a poda das plantas e a colheita da uva, não havendo gasto de energia elétrica ou combustível na execução dos mesmos. Nos anos de 2017 e 2018 não foram utilizados herbicidas na propriedade, sendo o controle de planta daninha realizado via capina.

Tabela 1 - Entradas e saídas diretas da viticultura.

Entradas de materiais e energia	Valor	Unidade referente a UF*
Ocupação da terra	2,51E-04	Ha
Água	5,03E-01	L
Fertilizantes		
N-fertilizante (fonte sintética)	2,32E-03	Kg
P-fertilizante (fonte sintética - P ₂ O ₅)	8,12E-03	Kg
K-fertilizante (fonte sintética - K ₂ O)	4,64E-03	Kg
Ácido Bórico (H ₃ B ₀ ₃)	8,72E-03	Kg
Pesticidas		
Azoxystrobin	7,70E-05	Kg
Metiram + Pyraclostrobin		
Metiram	1,05E-04	Kg
Pyraclostrobin	9,60E-06	Kg
Thiophanate-methyl	5,44E-05	Kg
Famoxadone + Mancozeb		
Famoxadone	8,00E-06	Kg
Mancozeb	8,00E-05	Kg

Difenoconazole	7,00E-06	L
Imidacloprid	1,28E-05	L
Cyanamide	2,00E-03	Kg
Combustíveis		
Gasolina	2,1E-03	L
Diesel, trator	2,5E-02	L
Saída de materiais e energia	Valor	Unidade referente a UF
Fertilizantes		
Emissões para o ar		
CH ₄	7,6E-06	Kg
N ₂ O	6,38E-06	Kg
NH ₃	4,50E-05	Kg
Emissões para água		
NO ₃ ⁻	2,78E-04	Kg
Pesticidas		
Emissões para o solo		
Azoxystrobin	7,58E-05	Kg
Metiram + Pyraclostrobin		
Metiram	1,03E-04	Kg
Pyraclostrobin	9,50E-07	Kg
Thiophanate-methyl	5,35E-05	Kg
Famoxadone + Mancozeb		
Famoxadone	7,88E-06	Kg
Mancozeb	7,88E-05	Kg
Difenoconazole	6,90E-06	L
Imidacloprid	1,26E-05	L

*Os dados do inventário correspondem a unidade funcional (UF) de 1,5 L de suco de uva integral.
Fonte: Autor (2024).

2.4 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

O software SimaPro (versão 8.5.0) foi usado para modelar o ciclo de vida de suco de uva integral usando indicadores de ponto médio de impacto ambiental (Método de avaliação de impacto ReCiPe 2016 Midpoint (H) V1.01). Este método foi escolhido por ser amplamente utilizado em estudos de viticultura em ordem de permitir a comparação dos resultados.

A quantidade de CO₂ biogênico sequestrado da atmosfera durante o crescimento da videira e da uva foi assumido como sendo igual à quantidade de CO₂ que é liberada de volta para a atmosfera devido à oxidação do carbono contido nos resíduos de poda, bem como devido à oxidação do carbono contido nas uvas ao longo do ciclo de vida a jusante estágios. Dados retirados da Ecoinvent também assumem neutralidade para o CO₂ biogênico, portanto, o CO₂ biogênico não foi considerado na categoria de impacto do aquecimento global.

2.5 ANÁLISE SENSITIVA

Os dados de emissões foram estimados com base em modelos da literatura científica (Greet, 2010; Nemecek; Schnetzer, 2012), adequados para as condições brasileiras. A lixiviação e perda de fósforo por escoamento superficial não foram contabilizadas nos inventários devido à baixa solubilidade deste elemento nos solos brasileiros (Novais; Smyth, 1999).

Os parâmetros considerados incluem aqueles associados com a emissão para o ar e água de compostos de nitrogênio (NO₃, NH₃, N₂O - direta e indireta) causada pela aplicação de fertilizantes. Os demais inventários da produção de insumos agrícolas (fertilizantes e agrotóxicos) corresponderam aos disponíveis na base de dados Ecoinvent v. 3.1 (Wernet et al., 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados abordados na Tabela 2 destacam as categorias de impactos ambientais do cultivo de uma cultura da uva da variedade Bordo no sistema convencional. Os dados demonstram que a atividade gerou impactos ambientais relacionados ao emprego de fertilizantes, agrotóxicos e combustíveis fósseis.

Dentre os componentes com tendência a impactarem no meio ambiente, os pesticidas foram responsáveis por maiores impactos em quatro categorias de impacto avaliadas, tendo maior influência na eutrofização de água doce, ecotoxicidade da água doce, toxicidade carcinogênica humana e escassez de recursos fósseis (Tabela 2).

Semelhante a esta pesquisa, estudos levantaram os tipos de impactos ambientais ocasionados na fase da viticultura, como no caso do estudo para determinar a carga ambiental da cadeia produtiva do vinho na Catalunha/Espanha, foi identificado que o processo do cultivo da uva obteve maior impacto ao realizar o manejo do preparo do solo e uso de pesticidas que contêm cobre e enxofre em sua composição para o combate de pragas e fungos, impactos estes que são prejudiciais ao serem escoados para a água e pelas emissões atmosféricas (Meneses et al., 2016). Tais impactos, no entanto, se relacionaram com classes diferentes das observadas neste estudo, as mesmas se enquadram na ação de deterioração da camada de ozônio, ecotoxicidade e eutrofização aquática, apenas a toxicidade à saúde humana foi semelhante ao estudo em questão.

É importante ressaltar que a maior parte dos agrotóxicos utilizados na propriedade em estudo foram empregados no controle de doenças incidentes na videira e que as pulverizações foram realizadas de forma calendarizadas, isto é, sem seguir critérios técnicos e sem realizar o monitoramento da cultura verificando a incidência e a severidade das doenças. Além dos fungicidas, o uso da

cianamida hidrogenada visando à quebra de dormência dos brotos para a produção em duas safras também impactou negativamente o meio ambiente e à saúde humana.

Ainda, de acordo com a Tabela 2, os combustíveis utilizados para a aplicação dos agrotóxicos e para o transporte da produção foram os componentes que mais contribuíram com o aquecimento global, liberando 0,074899 kg CO₂eq, porém estes dentre os fatores impactantes da viticultura foram os que menos contribuíram para os impactos na camada de ozônio e para a radiação ionizante. Estes ainda foram os agentes mais impactantes nas categorias que agem na formação da camada de ozônio, impactando tanto na saúde humana como nos ecossistemas terrestres, com emissão de 0,000834 e 0,000842 kg de NO_x eq, respectivamente. Foram os que mais influenciaram nas categorias de impacto de formação de material particulado fino, acidificação terrestre e escassez de recursos fósseis (Tabela 2).

Vázquez-Rowe et al. (2013), analisando os impactos ambientais em 9 tipos diferentes de vinhos em três países europeus Itália, Luxemburgo e Espanha, verificaram que nos cultivos agrícolas convencionais os impactos foram maiores que nos orgânicos, por realizar aplicações de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, associados ao maior uso de máquinas para aplicação, gerando combustão de diesel e contribuindo para emissão de gases de efeito estufa, diferente do modelo orgânico que utiliza mais mão de obra para o manejo agrícola.

Em outro estudo, Vázquez-Rowe et al. (2012) compararam a produção de vinho de uma adega por 4 anos e também verificaram que o subsistema da viticultura foi o principal contribuinte para todas as categorias de impacto e, dentre os processos vitícolas, o que causou impacto em um maior número de categorias foram os processos voltados para produção de compostagem e transporte, nas categorias de emissões de carbono, mudança climática e toxicidade humana.

Tabela 2. Resultados (expressos em valores absolutos de contribuição) da etapa de caracterização apresentada para cada categoria de impacto.

Categorias	Unid.	Fertilizantes	Pesticidas	Combustíveis	Emissões para o ar	Emissões para a água
Aquecimento global	kg CO ₂ eq	0,031672	0,023571	0,074899	0,019286	0,031672
Depleção do ozônio estratosférico	kg CFC11 eq	8,92E-08	8,57E-08	4,61E-08	7,02E-07	8,92E-08
Radiação ionizante	kBq Co-60 eq	0,001837	0,001516	0,000786	0	0,001837
Formação do ozônio, saúde humana	kg NO _x eq	9,95E-05	5,61E-05	0,000834	0	9,95E-05
Material particulado	kg PM _{2,5} eq	0,000101	7,3E-05	0,000224	1,08E-05	0,000101

Formação de ozônio, ecossistemas terrestres	kg NOx eq	0,000101	5,77E-05	0,000842	0	0,000101
Acidificação terrestre	kg SO ₂ eq	0,000295	0,000202	0,000402	8,82E-05	0,000295
Eutrofização de água doce	kg P eq	9,06E-06	1,11E-05	6,72E-07	0	9,06E-06
Eutrofização marinha	kg N eq	1,36E-05	7,19E-06	2,55E-07	0	1,36E-05
Ecotoxicidade terrestre	kg 1,4-DCB	0,117669	0,057447	0,077774	0	0,117669
Ecotoxicidade de água doce	kg 1,4-DCB	0,000844	0,001072	7,4E-05	0	0,000844
Ecotoxicidade marinha	kg 1,4-DCB	0,001205	0,001151	0,000127	0	0,001205
Toxicidade humana carcinogênica	kg 1,4-DCB	0,000498	0,000563	5,57E-05	0	0,000498
Toxicidade humana não-carcinogênica	kg 1,4-DCB	0,031599	0,030716	0,371061	0	0,031599
Uso da terra	m ² a crop eq	0,010495	0,000234	0,000117	0	0,010495
Escassez de recursos minerais	kg Cu eq	0,000115	0,000564	8,58E-07	0	0,000115
Escassez de recursos fósseis	kg oil eq	0,010307	0,0081	0,026591	0	0,010307
Consumo de água	m ³	0,001589	0,000546	0,000138	0	0,001589

Fonte: Autor (2024).

Semelhante ao observado pelos autores citados acima, as emissões dos combustíveis também foram relevantes neste estudo. Verifica-se que as mesmas totalizam 10 das 18 estudadas, dado que mais uma vez reforça a necessidade da redução do número de pulverização de agrotóxicos visando a redução dos impactos ambientais, tanto pelo produto em si como pelo uso dos combustíveis utilizado pelas máquinas durante as aplicações. Este fato evidencia a necessidade de uma maior conscientização ambiental por parte dos produtores e dos profissionais ligados à assistência técnica, realizando modificações no sistema produtivo que vem sendo utilizado na região.

Neste sentido, quando analisada a Tabela 2, nota-se que as emissões que obtiveram resultados expressivos relacionados ao uso de combustíveis fósseis emitidos por veículos para pulverização e logística durante o cultivo da uva estão ligadas ao aquecimento global com representatividade de 50,12% dos impactos, seguido da categoria de impacto de formação de ozônio e risco para saúde humana com 84,28%, formação de material particulado fino 54,83 %, formação de ozônio em ecossistemas terrestres 84,12%, acidificação terrestre 40,73%, toxicidade não carcinogênica ou também conhecido como cancerígeno humano com 85,62% e a escassez de recursos fósseis 59,02%.

Com os impactos gerados pelos combustíveis fósseis por aplicação dos pesticidas na cultura, este componente entra também como agravante sendo estes agentes inibidores de pragas com diferentes composições químicas, contribuindo de forma significativa nas emissões de radiação

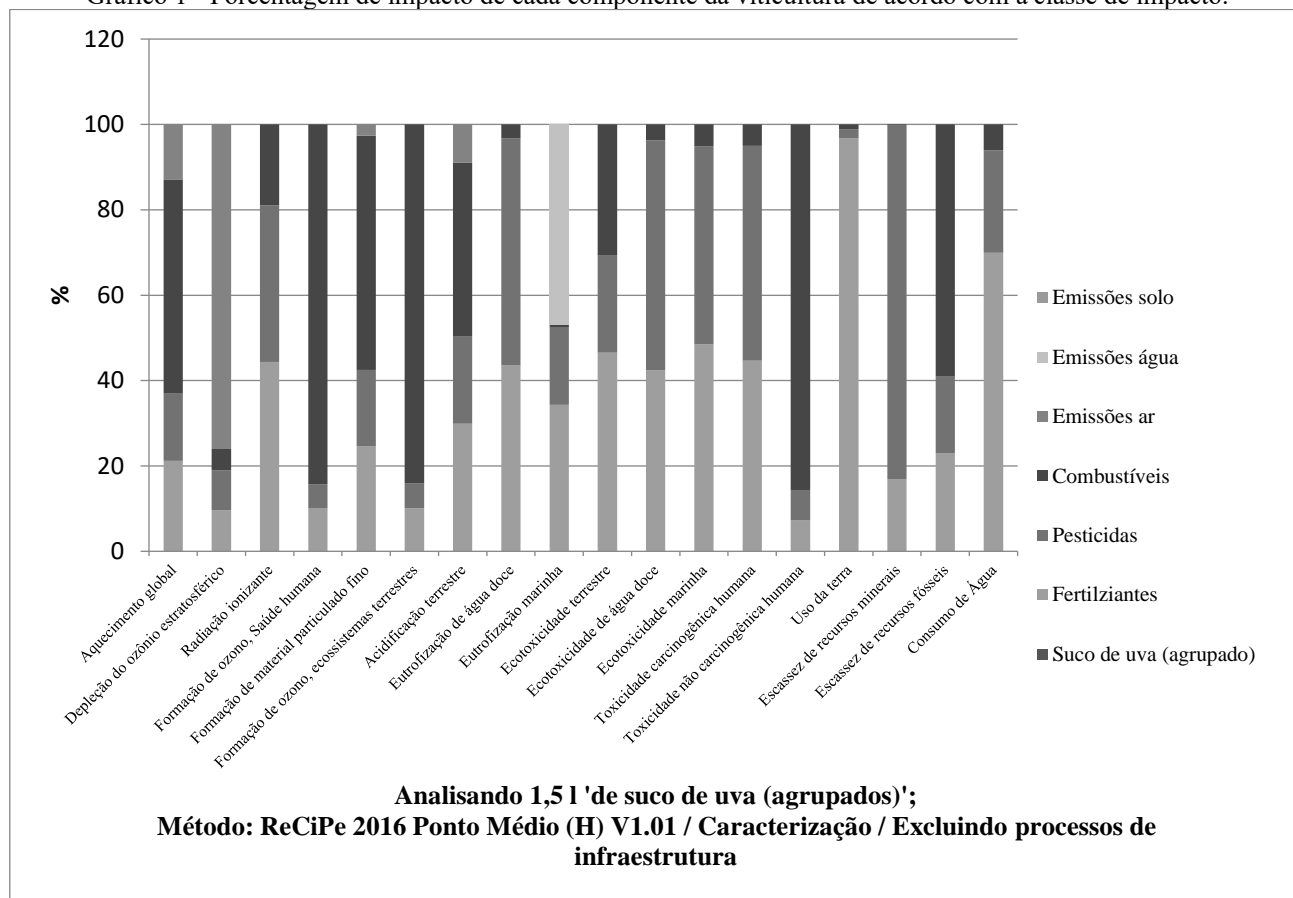
ionizante de 36,63%, eutrofização de água doce representando 53,24%, ecotoxicidade de água doce com 53,86%, ecotoxicidade marinha 46,37%, toxicidade carcinogênica ou também conhecido como cancerígeno (cancerígeno) humano com volume de 50,37% e a escassez de recursos minerais 82,97% (gráfico 1).

Vários estudos apontam a pulverização de pesticidas como o fator principal de impacto ambiental das práticas ligadas à viticultura. Neste sentido, Quinteiro et al. (2014) observaram que as pulverizações impactam na eutrofização, ecotoxicidade de água doce e ecotoxicidade aquático marinho. Viveiros et al., (2018) desenvolveram um estudo sobre a variabilidade espacial do impacto de ecotoxicidade terrestre de fungicidas a base de cobre aplicadas em vinhas europeias com o foco no combate ao míldio, especificamente o cobre, e verificou que é o principal contribuinte para os impactos de ecotoxicidade no ciclo de vida do vinho.

O cobre aplicado a videiras atinge as águas do solo subterrâneas e superficiais por diferentes mecanismos, que conduz a impactos nos ecossistemas terrestres e aquáticos (Viveiros et al., 2018). Ressalta-se que no inventário realizado nesta pesquisa, na propriedade em estudo, não foi empregado na cultura da uva, nas safras 2017-2018, nenhum fungicida protetor a base de cobre, apenas fungicidas sistêmicos.

Além dos pesticidas utilizados, o cultivo da videira de forma convencional também utiliza fertilizantes sintéticos que são aplicados diretamente no solo ou pulverizados na parte aérea das plantas com a finalidade de fornecer nutrientes essenciais para o crescimento das mesmas. Neste caso, o estudo detectou os principais impactos provenientes deste processo, a radiação ionizante de 44,38%, eutrofização de água doce com 43,52%, eutrofização marinha de 34,32%, ecotoxicidade terrestre 46,52%, ecotoxicidade de água doce 42,41%, ecotoxicidade marinha 48,51%, toxicidade carcinogênica (cancerígeno) humano de 44,63%, uso da terra 96,76% e consumo de água 69,92%.

Gráfico 1 - Porcentagem de impacto de cada componente da viticultura de acordo com a classe de impacto.



Fonte: Autor (2024).

Analisando de forma individual os resultados do gráfico 1 verifica-se que o componente de maior impacto foi a aplicação dos fertilizantes que tiveram maior influência em 8 das 18 classes estudadas. Corroborando ainda com os resultados desta pesquisa, Vázquez-Rowe (2017) avaliando a produção vitícola associada a 6 vinícolas, verificou que a operação que mais gerou impacto ambiental foi a utilização de fertilizantes, que propiciou impactos como a eutrofização, esgotamento fóssil e esgotamento da água com a irrigação, além de propagar gases de efeito estufa.

De forma semelhante, em um estudo com ACV em um vinhedo do Mediterrâneo no sul da França, Bellon-Maruel et al. (2015) verificaram que a demanda por nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e cálcio é menor na videira do que em culturas anuais, porém, as aplicações que ocorrem já são consideradas suficientes para ocasionar impactos ambientais como eutrofização e acidificação do solo, em caso de aplicações inapropriadas (Bellon-Maruel et al., 2015).

A preocupação com as contribuições dos impactos ambientais oriundos da viticultura vem crescendo em todo o mundo, e muitos produtores encontraram na sustentabilidade uma oportunidade de ampliar sua renda agregando valor em seus produtos influenciados por práticas ambientais menos

impactantes. Neste sentido, vários trabalhos foram desenvolvidos comparando o cultivo convencional da videira com outras práticas de cultivo que visam reduzir os impactos ambientais.

Villanueva-Rey (2014) realizou comparação de três técnicas de cultivo na Espanha: o biodinâmico, o convencional e biodinâmiconvencional, e verificou que as práticas biodinâmicas e biodinâmiconvencional implicaram em menores cargas ambientais, porém com um volume de produção menor se comparado ao modelo convencional. As principais razões para a diminuição do impacto ambiental estão relacionadas com a diminuição do uso do diesel, devido à baixa aplicação de produtos fitofarmacêuticos e fertilizantes, dando ênfase nas atividades manuais em vez da mecanizada nas vinhas, proporcionando uma redução de até 80% para a diminuição da emissão de carbono (Villanueva-Rey et al., 2014).

Da mesma forma, em um estudo de ACV de vinho produzido na Nova Scotia/Canadá, foi levantado que os principais impactos ocorrem durante as fases da viticultura e transporte, em uma comparação realizada entre dois modelos de cultivo, convencional e orgânico, sendo que o modelo convencional apresentou maior produção, porém, também apresentou maior número de impactos ocasionados pelo uso de fertilizantes e pesticidas sintéticos. Os autores verificaram potenciais impactos como a eutrofização, potencial de aquecimento global, destruição da camada de ozônio, ecotoxicidade aquática e terrestre (Point et al., 2012).

Rouault et al. (2016) também desenvolveram trabalhos de ACV comparando o desempenho ambiental entre a viticultura orgânica e convencional e verificaram que os pontos que divergem entre os tipos de cultivo estão relacionados aos tratamentos fitossanitários e o manejo do solo, operações que possuem maiores impactos sobre o aquecimento global, formação de ozono fotoquímico, acidificação e demanda de recursos fósseis.

Os estudos acerca das emissões de carbono na cadeia produtiva vitícola vêm crescendo gradativamente e o método de pesquisa utilizando a ACV se torna primordial neste setor, estudos compararam explicitamente produções de vinho nos moldes orgânicos e convencionais (Rugani et al., 2013; Aranda et al., 2012; Vázquez-Rowe et al., 2013).

O valor médio da diferença de emissão de CO² do modelo orgânico para o modelo convencional é cerca de 25% menor, no entanto, este dado não deve ser considerado incondicionalmente (Rugani et al., 2013). Estudos futuros terão que abordar uma ligação cada vez mais complexa de todo o ciclo de vinificação, pois, atualmente, os temas metodológicos no conceito de ciclo de vida sugerem uma avaliação da sustentabilidade integrada que inclui questões econômicas e sociais, ampliando o escopo para outros pilares da sustentabilidade.

Verifica-se que, uma opção para reduzir significativamente os impactos ambientais da atividade vitícola na propriedade em estudo poderia ser a adoção do manejo integrado de pragas e doenças visando à redução do número de pulverizações realizadas na lavoura ou mesmo a adoção de um modelo de cultivo orgânico ou agroecológico de produção. Embora seja necessária uma análise destes modelos no local de estudo, a proposta tende a proporcionar uma redução significativa no uso dos pesticidas, fertilizantes sintéticos e que, conseqüentemente, reduziria a utilização de combustíveis fósseis.

A mudança do cultivo convencional para variantes de cultivo menos impactantes ao ambiente vem atender uma demanda do mercado, que a cada ano está mais exigente quanto ao emprego da sustentabilidade nos processos produtivos. Estudos neste sentido são necessários para comprovar ou não a redução dos impactos da atividade após as alterações nos processos produtivos.

4 CONCLUSÃO

A viticultura convencional associada à cadeia produtiva da uva para a produção do suco integral neste estudo proporcionou impactos ambientais significativos, que contribuem para as mudanças climáticas através da emissão de gases de efeito estufa, influência na formação da camada de ozônio e emissão de particulados finos. Constatou-se, ainda, que os recursos naturais disponíveis como a água e o solo para execução da atividade agrícola também ficam expostos a riscos de eutrofização, ecotoxicidade, escassez de recursos e riscos à saúde humana por conterem composições químicas cancerígena. Dentre os componentes avaliados, os fertilizantes sintéticos utilizados na adubação da cultura foram os que impactaram em um maior número de categorias de impacto avaliadas.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo. E ao Instituto Cesumar de Ciência Tecnologia e Inovação –ICETI/UNICESUMAR, pela concessão de bolsas de estudo e de pesquisa, além do suporte financeiro para a condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040. Gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.a

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14044. Gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida - requisitos e orientações. Rio de Janeiro, 2009.b

BELLON-MAUREL, V. et al. Streamlining life cycle inventory data generation in agriculture using traceability data and information and communication technologies—part II: application to viticulture. *Journal of cleaner production*, v. 87, p.p. 119-129, 2015.

DODDS, Rachel et al. What drives environmental sustainability in the New Zealand wine industry? An examination of driving factors and practices. *International Journal of Wine Business Research*, v. 25, n. 3, p.p. 164-184, 2013.

FERRARA, Carmen; DE FEO, Giovanni. Life Cycle Assessment Application to the Wine Sector: A Critical Review. *Sustainability*, v. 10, n. 2, p.p. 395, 2018.

REET. Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation, version 1.8d. Argonne National Laboratory. Argonne, Illinois, USA, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=411480&search=parana%7c>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

ISO – International Organization for Standardization. ISO 14040:2006 – Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines. International Organization for Standardization. Switzerland, 2006.

MARTINS, A. et al. Towards sustainable wine: Comparison of two Portuguese wines. *Journal of Cleaner Production*, v. 183, p.p. 662-676, 2018.

MENESES, M.; TORRES, C. M.; CASTELLS, F. Sensitivity analysis in a life cycle assessment of an aged red wine production from Catalonia, Spain. *Science of the Total Environment*, v. 562, p.p. 571-579, 2016.

NEMECEK, T.; SCHNETZER, J. Methods of assessment of direct field emissions for LCIs of agricultural production systems. Zurich, Data v3.0, 2012.

NETO, B. DIAS, A.C.; MACHADO, M. Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: from viticulture to distribution. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 18, n. 3, p. 590-602, 2013.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

POINT, E.; TYEDMERS, P.; NAUGLER, C. Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada. *Journal of Cleaner Production*, v. 27, p.p. 11-20, 2012.

QUINTEIRO, Paula et al. Addressing the freshwater use of a Portuguese wine ('vinho verde') using different LCA methods. *Journal of cleaner production*, v. 68, p.p. 46-55, 2014.

ROUAULT, Anthony et al. Life Cycle Assessment of viticultural technical management routes (TMRs): Comparison between an organic and an integrated management route. *Journal International Des Sciences De La Vigne Et Du Vin*, v. 50, n. 2, p.p. 77-89, 2016.

RUGANI, Benedetto et al. A comprehensive review of carbon footprint analysis as an extended environmental indicator in the wine sector. *Journal of Cleaner Production*, v. 54, p. 61-77, 2013.

UNEP / GRID-Arendal, 2010. Mundo emissões de gases de efeito estufa por sector. UNEP / GRID-mapas e gráficos Arendal biblioteca. Disponível em: <http://maps.grida.no/go/graphic/worldgreenhouse-gas-emissions-by-sector>. Acessado em 10 de março de 2018.

UNITED NATIONS. Revision of World Population Prospects. 2017. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/DataQuery/>. Acesso em: 05/02/2018.

VÁZQUEZ-ROWE, Ian et al. Environmental analysis of Ribeiro wine from a timeline perspective: harvest year matters when reporting environmental impacts. *Journal of environmental management*, v. 98, p.p. 73-83, 2012.

VÁZQUEZ-ROWE, Ian et al. Life Cycle Assessment of the production of pisco in Peru. *Journal of cleaner production*, v. 142, p.p. 4369-4383, 2017.

VÁZQUEZ-ROWE, Ian; RUGANI, Benedetto; BENETTO, Enrico. Tapping carbon footprint variations in the European wine sector. *Journal of Cleaner Production*, v. 43, p.p. 146-155, 2013.

VILLANUEVA-REY, Pedro et al. Comparative life cycle assessment in the wine sector: biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain. *Journal of Cleaner Production*, v. 65, p.p. 330-341, 2014.

VIVEROS SANTOS, Ivan et al. Regionalized terrestrial ecotoxicity assessment of copper-based fungicides applied in viticulture. *Sustainability*, v. 10, n. 7, p.p. 2522, 2018.

WERNET, G.; BAUER, C.; STEUBING, B.; REINHARD, J.; MORENO-RUIZ, E.; WEIDEMA, B. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v.21, n.9, p.1218–1230, 2016.