

## A AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO ETANOL COMO TEMÁTICA POTENCIALIZADORA PARA A SALA DE AULA

### THE ASSESSMENT OF THE ETHANOL LIFE CYCLE AS A POWERFUL THEME FOR THE CLASSROOM

Jonathan Kenji Hisatsugu<sup>1</sup>  
Antônio Costa Neto<sup>2</sup>  
Fernando Sian Oliveira<sup>3</sup>  
Ademir de Souza Pereira<sup>4</sup>

**Resumo:** A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) de produtos é um conceito trabalho em curso de engenharia de produção e alimentos. No entanto, tal conceito possui caráter interdisciplinar possibilitando discussão em diversas áreas do conhecimento. Essa pesquisa teve a intenção de apresentar a potencialidade didática da temática ACV do etanol para as aulas de química. Nesse contexto professores de química poderão articular abordagens e atividades que insiram os alunos como os construtores da sua aprendizagem. No delineamento da atividade foi realizado um estudo teórico constituído pelas seguintes etapas: (a) Seleção de uma temática sobre ACV: pelo fato do pesquisador ter atuação em formação nível tecnológico e ter familiaridade com os conceitos dessa área: Usina sucroalcooleira; (b) Seleção dos conceitos relevantes sobre ACV do etanol: Foram constituídos conceitos sobre os impactos ambientais e em quais fases ocorrem consumo de recursos naturais; (c) Análise da potencialidade didática da temática relacionada de acordo com os princípios da pesquisa qualitativa. A partir deste levantamento, foi possível verificar viabilidade educacional, da potencialidade didática da temática ACV do etanol, verificou-se que a ISO 14040 tem como objetivo garantir a sustentabilidade do produto desde o “berço” até o “túmulo”, ou seja, desde a matéria prima “cana de açúcar” até o destino final do etanol. A conclusão foi que a temática ACV do etanol possibilita discussões a respeito da sustentabilidade articulada com problemáticas da região possibilitando discussões no contexto educacional.

**Palavras-chave:** ACV. Ensino de química. Sustentabilidade. Sala de aula

**Resumen:** La evaluación del ciclo de vida (LCA) de los productos es un concepto de trabajo en progreso de la ingeniería de alimentos y producción. Sin embargo, este concepto tiene un carácter interdisciplinario, permitiendo la discusión en varias áreas del conocimiento. En esta investigación pretendemos presentar el potencial didáctico del tema LCA del etanol para las clases de química. En este contexto, los profesores de química podrán articular enfoques y actividades que incluyan a los estudiantes como constructores de su aprendizaje. En el diseño de la actividad se realizó un estudio teórico, que consta de los siguientes pasos: (a) Selección de un tema sobre ACV: porque

<sup>1</sup> Licenciado em Química pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), jonathan\_hisatsugu@hotmail.com

<sup>2</sup> Licenciado em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC), acn.quim@gmail.com

<sup>3</sup> Licenciado em Física pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPEC), e-mail: fernando.dok17@gmail.com

<sup>4</sup> Doutor em Educação para a Ciências pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). ademirpereira@ufgd.edu.br

el investigador ha trabajado en formación tecnológica y conoce los conceptos de esta área: Planta de azúcar y etanol ; (b) Selección de conceptos relevantes sobre el ACV del etanol: Conceptos sobre impactos ambientales y en qué fases ocurre el consumo de recursos naturales; (c) Análisis del potencial didáctico del tema relacionado según los principios de la investigación cualitativa. A partir de esta encuesta, fue posible verificar la viabilidad educativa, el potencial didáctico del tema LCA de etanol, se encontró que la ISO 14040 tiene como objetivo garantizar la sostenibilidad del producto desde la "cuna" hasta la "tumba", es decir, desde la materia prima "caña de azúcar" hasta el destino final del etanol. La conclusión fue que el tema del ACV del etanol permite discusiones sobre sustentabilidad articuladas con problemas de la región, posibilitando discusiones en el contexto educativo.

**Keywords:** ACV Enseñanza de la química. Sustentabilidad. Aula

### Introdução

A química é uma das ciências que compõem a área temática das Ciências da Natureza e suas Tecnologias no ensino médio (BNCC, 2018). Nessa área há relatos da literatura sobre o ensino de química, se reportando que os alunos apresentam diversas dificuldades em compreender a teoria e em relacionar com a experimentação no laboratório de química para aplicabilidade no seu cotidiano.

Isso pode se tornar mais dificultoso se o processo de aprendizagem do aluno estiver centrado na ação transmissora do professor de química e ocorrer de maneira em que as abordagens dos conteúdos dessa disciplina estejam desconectadas com o contexto educacional e social dos alunos.

Com isso se estabelece críticas ao ensino tradicional pelo motivo de colocar o aprendiz como um mero receptor de informações e em uma postura passiva no processo de aprendizagem. Aqui, se discute que caminho didático poderia ser utilizado para minimizar tais situações no ensino de química. Logo, como proposta se hipotetiza que a utilização da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) de produtos possa ser viabilizada como estratégia pedagógica, para intermediar a elaboração de temáticas e discutir com os alunos no espaço escolar.

Nesse sentido, a questão ambiental é fortemente marcada como temática para articular discussões no ensino de química. Apresenta pontos fortes para promover discussões sobre as diversas atividades humanas que causam diferentes impactos na natureza e na sociedade. Nessa linha de pensamento, os autores Medeiros et al. (2018), nos direcionam para questões relacionadas aos impactos ambientais gerados por ações antrópicas, que provocam discussões a partir de temáticas, tais como: aquecimento

global, acumulação de resíduos, camada de ozônio, desmatamento e escassez de matéria-prima, etc. Essas problemáticas se demonstram como potencialidades para se desenvolver atividades e discussões que conduzem a uma aprendizagem com mais significados para os alunos.

O objetivo deste trabalho é apresentar a potencialidade didática da temática ACV de produtos para que professores de química possibilitem articular abordagens e atividades que insiram os alunos como os construtores da sua aprendizagem e a ação docente como intermediadora com a utilização de temáticas no ensino de química.

### **O que se pode compreender por ACV de produtos**

A ACV de produtos pode ser compreendida como uma perspectiva que apresenta pontos fortes com temáticas ambientais e sociais que podem ser trabalhadas no ensino de química.

O termo Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) ou em inglês "Life Cycle Assessment" (LCA), inicialmente foi utilizado nos Estados Unidos da América (EUA) em 1990. Estudos de ciclo de vida ambiental são utilizados desde 1970 nos Estados Unidos com a denominação de "Resource and Environmental Profile Analysis" (REPA) (HUNT; FRANKLI, 1996). Na década de 1990 as pesquisas relacionadas a ACV se expandiram e foram impulsionados principalmente pela normalização pela série de normas da ISO 14040 (DA SILVA, 2012).

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta que facilita a avaliação dos possíveis impactos de um determinado produto. Sua análise compreende desde fases até atividades durante o ciclo de vida, e com isso colabora para prever impactos ambientais em torno de todo processo do produto analisado (DA SILVA, 2012).

A utilização da ACV permite avaliar a implementação de melhorias ou alternativas para produtos, processos ou serviços. Assim, a ACV é comumente utilizada nas áreas de engenharia de produção e ambiental com enfoque nos interesses empresariais de redução de custo e compromisso com o meio ambiente (DA SILVA, 2012).

Portanto, com o objetivo de realizar um estudo que abranja seus produtos, o ciclo de vida e a possível necessidade de troca de embalagens de refrigerante para se adequar as metas ambientais estabelecidas pela mesma, uma determinada empresa de venda de refrigerantes ao final de 1960, buscou o *Midwest Research Institute* (MRI) para que tal estudo fosse realizado (CHEHEBE, 1998).

De acordo com levantamentos da literatura a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) surgiu no Brasil no início em meados de 1990 a partir de uma criação de um subcomitê da ABNT. Elaboraram as normas da família ISO 14000, mas somente em 1997 é que foi lançado a ISO 14040 pela *International Organization for Standardization* (ISO). Essa ISO tratava de uma norma da Gestão Ambiental relacionada a avaliação do ciclo de vida, seus princípios, estrutura e somente em 2001 que o Brasil conseguiu se adequar a norma.

### **Viabilidade da ACV do etanol como temática para o ensino de química**

Dentro deste contexto teórico, apresentamos o caso do etanol derivado da cana-de-açúcar como importante figura no cenário da agricultura brasileira, pois é uma das alternativas energéticas mais viáveis a economia mundial. Pelo fato de ser renovável, poluir em menor escala e, principalmente, por reduzir a dependência do petróleo que se encontra com suas reservas em declínio e preços voláteis. A cadeia produtiva da indústria sucroalcooleira contém diversos processos dos quais apresentam em várias formas na indústria. Sendo assim, se os mesmos não forem conduzidos metodicamente podem gerar impactos ambientais assolando principalmente a água e o solo. O setor internacional de sucroalcooleiro se desenvolve de forma importante nesse cenário, com isso, há uma grande procura de países para gerar seu certificado ambiental de produtos, processos e serviços relacionados a essa indústria (ANA, 2009).

Destaca-se que os pontos iniciais para a interpretação da estrutura do ciclo de vida são de grande importância para o seguimento do processo produtivo, pois é a partir dele que poderá encontrar os erros, falhas e gargalos. Tal fato se traduz quando a interpretação do ciclo de vida depende da definição do objetivo e do escopo. Assim como a análise de inventário do ciclo de vida e da avaliação do impacto no mesmo. Esses fatores têm efeito direto no planejamento estratégico empresarial, desenvolvimento de produtos, marketing, entre outros. Isto configura a total integração entre os passos e etapas do ciclo de vida para o sucesso da cadeia produtiva.

Da mesma forma, o ciclo de vida propriamente dito deve ser entendido de maneira sistêmica, onde cada passo causa um impacto em toda a cadeia produtiva. Então, o fluxograma da cadeia produtiva do etanol segue uma sequência de produção, contudo, o fluxograma pode variar dependendo de máquinas, equipamentos, matéria-prima e etc. A sequência da cadeia produtiva é respectivamente: preparado da terra, plantação, queima para colheita, colheita, queima da ponta, transporte da cana,

recebimento, pesagem e estocagem, lavagem, moagem, fermentação, destilação e tanque de armazenamento.

E cada um desses passos possuem pequenas etapas, por exemplo, o preparo do solo que geralmente é feito a partir de máquinas agrícolas. Na etapa do plantio também são utilizadas as máquinas especializadas neste serviço, contudo existe o serviço de plantio que é manual. A colheita é feita de forma mecanizada ou manual dependendo do sistema produtivo. A recepção, o preparo, a extração, a formação do bagaço, o tratamento do caldo, a fermentação e o processo de destilação são processos automatizados feitos exclusivamente por máquinas.

Essa questão também causa um impacto ambiental negativo e considerável como o agravamento do efeito estufa e da saúde da população. É possível gerar ou agravar patologias respiratórias como a enfisema pulmonar, asma e bronquites crônica, principalmente no período de queimada da cana-de-açúcar onde uma grande quantidade de material é jogada ao ar (KIRCHHOFF, 1991).

Esses são pontos de destaques do processo da ACV de produtos que podem ser adaptados para promover abordagens educacionais acerca dos possíveis impactos ambientais e sociais. Considera-se desde a produção da cana de açúcar até a chegada, o envio desse produto e a utilização pelas pessoas na sociedade. Assim, a depender da aula de química, o professor pode propor discussões sobre qual o pH do solo para a produção do canavial, bem como abordar sobre essas reações químicas que estão envolvidas nesse processo. Debater sobre as metodologias químicas para fazer a correção de pH do solo envolvendo os alunos nesse processo. Podem discutir sobre temáticas como desmatamentos florestais e possíveis danos a fauna e a flora, uma vez que essa cultura demanda grande extensões territoriais para o plantio e fatores qualitativos e quantitativos da água utilizada como dureza total e parcial da água, matéria orgânica, pH e condutividade.

A partir do que foi exposto e discutido anteriormente, esse artigo tem a pretensão teórica de verificar se a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) do Etanol pode ser utilizada como suporte pedagógico para que os docentes de química promovam a seleção de temáticas e discutir com os discentes acerca da construção de uma visão sistêmica do processo produtivo do etanol, de modo que compreenda a importância da sustentabilidade na produção para aplicabilidade no ensino de química.

### **Discussões do referencial teórico**

Nessa discussão foi debatida como a temática da Avaliação de Ciclo de Vida possui potencialidade didática para fazer com que docentes e discentes, tenham uma visão sistêmica do processo produtivo do etanol, de modo que compreenda a importância para a sustentabilidade na sua produção. Portanto, o ancoramento em autores que discutem tais possibilidades e documentos normativos que fundamentam sobre a ACV de produtos, foram extremamente relevantes para a construção desse tópico.

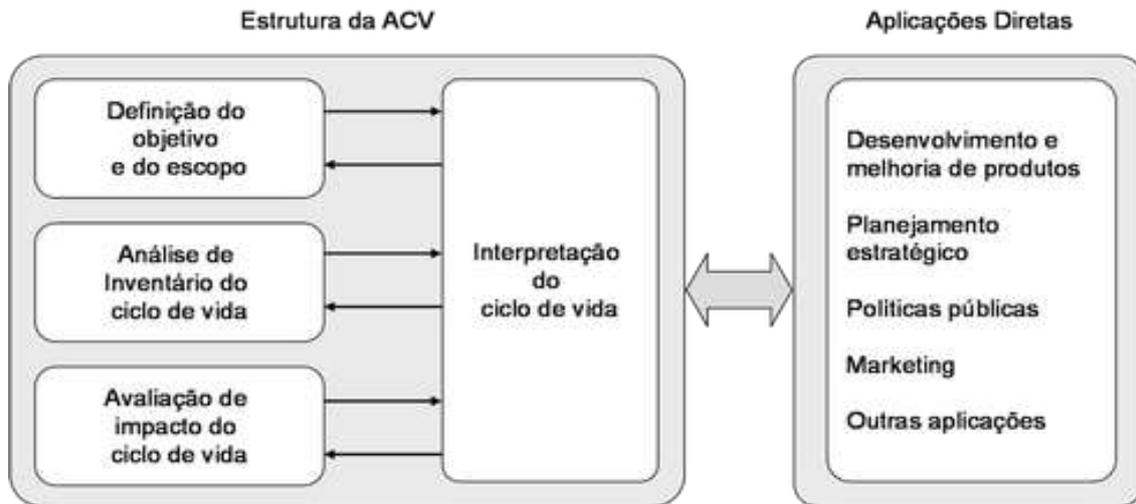
De acordo com as Organização das Nações Unidas (2012), o desenvolvimento sustentável tem como metas proporcionar as gerações futuras as condições para que suas necessidades sejam alcançadas sem maiores comprometimentos ao meio ambiente (ONU, 2012).

Para Mendesa et al. (2016), ainda é preciso que a sociedade tenha consciência de que a sustentabilidade só acontece se forem criados negócios sustentáveis, onde o desempenho técnico e os custos envolvendo as questões ambientais se tornem uma responsabilidade social. Tendo em vista a importância de se apresentar a qualidade ambiental de toda a cadeia de suprimentos, ocorre a incorporação da gestão do ciclo de vida de produtos sustentáveis.

A Gestão do Ciclo de Vida (GCV) traduzida da Life Cycle Management (LCM), trata-se de um sistema de gestão de produtos que tem dentre seus objetivos apresentar as condições para que os encargos ambientais e socioeconômicos agregados a um produto durante seu ciclo de vida seja expressamente diminuído (UNEP, 2007).

Logo, reconhecendo sua relevância social e financeira o ciclo de vida busca principalmente alcançar uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) através de práticas aplicadas ao desenvolvimento de produtos (MENDESA *et al.*, 2016). A Avaliação do Ciclo de Vida trata-se da reunião e a avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais que podem ou não acontecer a um determinado produto ao longo de seu ciclo de vida, como é apresentado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2009), sendo apresentada através de quatro fases que podem ser observadas na figura 1 abaixo.

Figura 1: Estruturação da Avaliação do Ciclo de Vida



Fonte: Chehebe (1998)

A Avaliação do Ciclo de Vida é algo recente e datado por volta dos anos 80, período em que aconteceu suas principais descobertas e desenvolvimentos (FINNVEDEN *et al.*, 2009). A importância dos estudos que avançaram a respeito da ACV aconteceu principalmente pela extensiva metodologia aplicada merecidamente, em decorrência de sua maneira globalizada de discutir sobre temas como estrutura, avaliação de impacto e qualidade dos dados (KLÖPFFER, 2006).

A ISO (*International Organization for Standardization*) ou Organização Internacional para Padronização, apresenta organismos de normalização e os quais são utilizados como padronização quando é preciso optar por metodologias mais detalhadas. Porém, há algumas atividades internacionais que propõem a construção de algumas orientações integrando modelos e elementos considerados de suma importância (FINNVEDEN *et al.*, 2009).

Avaliação do Ciclo de Vida é aplicada também como assistência proporcionando condições para optar pelas melhores decisões. Pois em qualquer ramo ou situação podem ocorrer dúvidas durante todo o processo. Em relação a ISO 14040, no que diz respeito as dúvidas apresentadas as questões relacionadas à incerteza são mostradas como um dos componentes de Avaliação de Impacto e de Análise de Inventário de Ciclo de Vida, todavia, não há nada concreto afirmando como medição a ser seguida (MENDESA, *et al.*, 2016).

### ACV de produtos no cenário nacional

O Programa Brasileiro de Avaliação de Ciclo de Vida engloba temas relevantes e considerados estratégicos para o sucesso do programa como Inventários do Ciclo de Vida, Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida, difusão, implementação da ACV, formação e capacitação em ICV e ACV (BRASIL, 2010). Segundo Caldeira-Pires *et al.* (2005), a Avaliação de Ciclo de Vida é:

[...] um processo que tem como objetivo avaliar os impactos de um produto, processo, serviço ou outra atividade econômica, em todo o seu ciclo de vida, sobre o meio ambiente e a saúde. Essa avaliação identifica oportunidades para melhorar o desempenho ambiental e, em longo prazo, pode promover mudanças tecnológicas fundamentais tanto na produção quanto nos produtos, em parte, em razão do efeito multiplicador ao longo da cadeia de produção, inclusive no uso otimizado de energia e de materiais, por meio da utilização de processos de reciclagem e de reuso (CALDEIRA-PIRES *et al.*, 2005, p. 337).

Portanto, de acordo com a NBR ISO 14040 (2001), a Avaliação de Ciclo de Vida pode ser compreendida da seguinte maneira:

[...] é uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante: a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto; a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas; a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos (BRASIL, 2001, p. 2).

Trata-se do estudo dos aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto, englobando desde a aquisição da matéria-prima passando por produção, o uso e a disposição. A Avaliação de Ciclo de Vida está compreendida nas diversas técnicas de gestão ambiental ainda que seja considerada a técnica mais propícia a ser empregada em todas as situações.

No Brasil, o setor sucroalcooleiro se desenvolveu devido a alta demanda na produção de alimentos (como o açúcar) e combustíveis renováveis (como o etanol) levando a serem competitivos, economicamente e sustentáveis ambientalmente (MARQUES *et al.*, 2009). Sua produção se divide entre duas principais localidades como nas regiões Centro/Sul com os estados de Goiás, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FARINA; ZYLBERSZTAJN, 1998).

Em vista disso, nessa passagem da construção do embasamento teórico foi possível perceber a potencialidade do enfoque da ACV de produtos como o ciclo da produção do álcool para a abordagem do contexto educacional no ensino de química. Assim, essa proposta da ACV de produtos, apresenta caminhos didáticos que são

potencializadores para a elaboração de temáticas que podem transcender para o ensino de química. Ao propor esse caminho não se tem a intenção de que o docente e nem os alunos construam a ACV de produtos, mas que possam estabelecer a partir das possíveis fases dos ciclos de produtos as articulações para a elaboração de temáticas e abordagens no ensino de química.

### **Caminho metodológico**

Para esse trabalho foi selecionada a pesquisa qualitativa em função da natureza investigada. No entendimento do autor Gil (2002), a respeito da pesquisa pode ser definida como o procedimento racional e sistemático, que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos.

As metodologias qualitativas e quantitativas de investigação se diferem em sua estrutura pela forma que os dados são catalogados e categorizados, pelos tipos de dados que são necessários para responder os problemas de investigação (BOGDAN; BIKLEN, 1994)

A pesquisa qualitativa estabelecida por Banks (2009), apresenta algumas características, por exemplo, pela descrição de fenômenos sociais de várias formas se manifestar em um mundo com diferentes estruturas físicas estabelecidas por interações sociais. Esse tipo de pesquisa busca compreender e descrever, de forma que explique os fenômenos sociais a partir dos dados por indivíduos ou grupos estabelecidos por suas comunicações.

Há vários tipos de instrumentos e técnicas de coleta de dados que se utiliza em uma metodologia qualitativa como as entrevistas, os questionários, as observações diretas, as fotografias e bem como os documentos registrados em forma de textos (BOGDAN; BIKLEN, 1994; GIL, 2002; BANKS, 2009). Outrora, para esse caminho metodológico, foram utilizados os instrumentos para a coleta dos dados como a observação e a anotação dos argumentos dos alunos. Contou com a aplicação de questionários semiestruturados.

Dessa maneira, seguiu os seguintes passos que constituiu em analisar as possibilidades da seleção da temática da ACV de produto do etanol para o ensino de química: (a) Seleção de uma temática sobre ACV: pelo fato do pesquisador ter atuação em formação nível tecnológico e ter familiaridade com os conceitos dessa área: Usina sucroalcooleira; (b) Seleção dos conceitos relevantes sobre ACV do etanol: Foram constituídos conceitos sobre os impactos ambientais e em quais fases ocorrem consumo

de recursos naturais; (c) Análise da potencialidade didática da temática relacionada de acordo com os princípios da pesquisa qualitativa.

A verificação dos dados foi realizada de maneira qualitativa descritiva, tendo como embasamento a fundamentação teórica a respeito da avaliação de ciclo de vida do etanol e seus impactos ambientais. Assim, procurou estabelecer uma relação de temáticas com o conteúdo curricular de química vista o ensino médio para a educação básica.

### **Resultados e discussão**

Inicialmente, tentou-se verificar a potencialidade didática da temática “A Avaliação de Ciclo de Vida do etanol para o ensino de química”. Assim, foi questionado o que seria a “Avaliação de Ciclo” e sobre a “de Vida”, para em seguida discutir sobre o tema e finalmente a contextualização. Ocorreu em formato de uma reunião, abordando sobre os seguintes quesitos: a avaliação de entrada e de saídas; dos impactos ambientais que podem ou não ocorrer ao decorrer do ciclo de vida de um produto.

A partir da temática avaliação do ciclo de vida do etanol, teve como proposta o objetivo de analisar a sustentabilidade do produto desde o início até o fim, ou seja, processamento da matéria prima “cana de açúcar” até seu destino de aplicação.

Portanto, elenca-se algumas observações em forma de resultados. A primeira é que a temática avaliação do ciclo de vida do etanol, permitiu aos discentes a possibilidade de construir e reconstruir o seu aprendizado. A segunda é que esse cenário contribuiu com ações do docente de química, que auxiliou em situações envolvendo os alunos na apropriação, debates e possíveis aplicabilidades da temática no cotidiano. A terceira despertou o interesse sobre as informações e a pesquisarem em materiais da literatura, promovendo atos educativos como reflexões no seu contexto escolar, social e ambiental em que estão inseridos.

Nesse contexto de discussão, em sua dissertação de mestrado Rangel (2019), estabeleceu que o ambiente para promover essas discussões e interações, fomentando reflexões é a escola. Pois os recursos didáticos e as disciplinas, constituintes pelos conhecimentos científicos já estão dispostos na sociedade, mas necessitam ser mediados por meio da contextualização.

Dessa forma, a utilização de temática pode ser ancorada aos diversos conteúdos de química e ser aplicado, por exemplo, em turma dos 1º anos do ensino médio tais como a tabela periódica, ligações químicas, funções inorgânicas e impactos ambientais. A utilização de grupo de estudos com quatro ou cinco alunos, é uma estratégia de ensino

que pode facilitar as discussões de temáticas da ACV do etanol, desde a abordagem da aquisição da matéria prima até a análise dos impactos ambientais no solo como degradação e correção de acidez. Por isso, a importância de trabalhar a temática alinhada com os conteúdos e a importância para o processo de aprendizagem dos alunos sobre o pH e sua aplicação social e ambiental.

Além disso, é possível discutir assuntos como a poluição do ar no processo produtivo do etanol, através de conceitos como ligação química, funções inorgânicas e pH, impactos ambientais causados pela chuva ácida, efeito estufa e entre outros. Do mesmo modo o processo industrial da produção do etanol pode ser trabalhado com os conceitos tais como misturas, separação de misturas e reações químicas.

### **A problematização didática em discutir a ACV em sala de aula.**

Essa análise teórica da ACV do etanol tem apontado diversos caminhos pedagógicos para a abordagem no ensino de química. Assim, os alunos podem estudar a diversidade da composição do solo, de diferentes biomas e regiões brasileiras, as suas características químicas e biológicas. Pode ser proposto diálogos para que os alunos pesquisem e façam um debate sobre o tema. Além disso, sobre a importância da aplicação de fertilizantes, adubos químicos para a correção de nutrientes e podendo se discutir alternativas, tais como a vinhaça e a torta de filtro.

O docente de química articulará na sua ação pedagógica as situações em que os alunos formem grupos de estudos e a partir de uma situação-problema possam pesquisar, por exemplo, sobre as diversas classes que existem de adubos. Assim como a sua composição, a história da sua utilização, as vantagens e as desvantagens embasado no conhecimento aprendido. A utilização da tabela periódica, das reações químicas, funções e processos de misturas podem fazer parte da aula para mediar as aprendizagens dos alunos ao relacionar os conteúdos com essa temática.

Nesse sentido, a contextualização poderia se iniciar da seguinte maneira: Os fertilizantes também têm a sua parcela de culpa nos impactos ambientais? A prática de uso de fertilizantes no solo brasileiro é bem disseminada, pois a característica de tal solo necessita de um acréscimo em seus nutrientes principalmente nitrogênio, fósforo e potássio. A partir disso o docente forneceria materiais didáticos aos alunos bem como intermediar as pesquisas e propor o estudo de caso sobre essa situação as suas viabilidades em que os alunos apontariam os seus pontos de vistas.

As contaminações da água pelo excesso de nutrientes causam efeitos secundários negativos em cascata, pois as grandes quantidades de nutrientes promovem um crescimento excessivo das plantas marinhas e algas. Com isso, a entrada de luz solar é interrompida onde inibe a fotossíntese e conseqüentemente diminui o oxigênio da água eliminando assim a vida marinha dependente do equilíbrio deste sistema (SILVA *et al.*, 2007).

Algumas alternativas a essa tradicional prática estão sendo pesquisadas e implantadas em algumas lavouras, como o descanso dado ao solo após a colheita objetivando torná-lo mais fértil. O plantio de espécies capazes de reciclar os nutrientes do solo também se apresenta como uma alternativa viável e assim como a adubação orgânica e a rotação de cultura. Outro manejo comumente utilizado é a calagem do solo que consiste na adição de calcário e tem como objetivo a elevação dos teores de cálcio, magnésio e a neutralização do alumínio trivalente que age como elemento tóxico para plantas e corrigir o pH do solo. Em uma nova proposta de aula, o professor poderá discutir com seus alunos sobre acidez do solo (ácido-base), as reações de neutralizações e a faixa de pH.

No terceiro ano do ensino médio o docente de química abordará sobre a aplicação e sobre a diversidade de classes de agrotóxicos que é utilizada em todas as etapas das lavouras, que contam com ações inseticidas, herbicidas, fungicidas, entre outros. Com isso, a produção do plantio continua elevada, mas a saúde das pessoas e da vida animal, continuam da mesma forma e se mantem em risco. Os pesticidas utilizados nas plantações necessitam ser administrados na dosagem e da forma correta, para que atinjam somente a peste alvo. Contudo, ele é utilizado de forma demasiada acarretando intoxicação dos animais silvestres, do ser humano, atingindo e contaminando recursos hídricos.

Em uma nova proposta de aula, o professor discutirá com seus alunos sobre os conhecimentos e acerca dos principais princípios ativos dos agrotóxicos, estrutura química, classificação das cadeias, as funções orgânicas e além de apresentar as formas ou alternativas para diminuir a contaminação da cana de açúcar, uma coisa que é muito comum da agricultura atual, em decorrências nos inúmeros agrotóxicos que são despejados nas plantações. Os alunos terão à oportunidade de compreender o conceito de agrotóxico, sendo capaz de identificar quais tipos de cadeia e funções orgânicas presente dos agrotóxicos e nos produtos utilizados nas lavouras que visam acabar com as pragas existentes nas plantações.

Dentre os questionamentos que os professores poderão fazer em sala de aula ao se trabalhar esse assunto, estão: O que você entende por agrotóxicos? Você sabe o que são os defensivos agrícolas e conhece algum? Produtos agrotóxicos são prejudiciais à saúde? Você sabe elencar alguns desses problemas? Os problemas ambientais são de exclusividade de uma região do país ou de um grupo específico como indústrias e usinas, ou são de toda a sociedade? O que a sociedade pode estar fazendo para minimizar os riscos à saúde e ao meio ambiente em relação aos agrotóxicos? Como a disciplina e os conhecimentos de química podem contribuir para que a sociedade se conscientize dos riscos e como apresentar propostas que diminuam os impactos no meio ambiente.

Uma situação que vem ao encontro com essa problemática é a agricultura voltada para a ecologia, na qual uma série de orientações e alternativas para a aplicação desses materiais de forma cautelosa, a fim de evitar os danos colaterais causados pela prática de recuperar a resiliência do ecossistema atingido. A partir da temática “Análise do Ciclo de Vida do Etanol” o docente poderá relacionar a temática com o currículo de química do ensino médio, abordando na ACV e a poluição atmosférica com atividades que envolva os alunos nas discussões.

Esta tem como objetivo fazer com que os alunos se conscientizem de que a poluição atmosférica por queimadas prejudica o meio ambiente e não se pode apenas culpar as grandes empresas e usinas pelo caos ambiental. Mas convidar a sociedade em geral para dialogar sobre quem tem parcela de culpa e discutir melhorias. Será enfatizado também o quanto as queimadas podem ser prejudiciais à saúde e principalmente a longo prazo como desencadeamento de doenças respiratórias.

No primeiro ano ensino médio, o docente poderá abordar de forma contextualizada e mostrando aos alunos que a queimada urbana, a utilização de automóveis também são responsáveis pelo aquecimento além das usinas. Pois, nas zonas urbanas é que elas acontecem e muitas pessoas colocam fogo em terrenos e quintais sem os cuidados necessários apresentando sérios danos ao meio ambiente e a própria sociedade.

Durante a discussão mais aprofundada com os alunos no que tange aos conceitos teóricos e práticos da química podem ser abordados conteúdos como ligação química, teoria do octeto, forças intermoleculares, funções inorgânicas e reações dos óxidos. Os alunos podem fazer pesquisa sobre os principais problemas de saúde ocasionados pela queima da cana e do bagaço, abordando a questão da fuligem gerada na queima e dos principais gases formados. Estabelecer possíveis caminhos para ser

abordados e avaliados a partir das reações de combustão completa e incompleta envolvidas nesse processo.

As discussões em sala de aula podem levar a compreensões de que a emissão dos gases na atmosfera como o monóxido de carbono contribui para alterar ainda mais o efeito estufa. Tal fato fará com que a médio e a longo prazo aumente a temperatura do planeta terra e isso gerará mais a mudanças do clima em todo o globo. A intensificação dos fenômenos naturais, o aumento do nível do mar mediante o descongelamento das geleiras e entre outros problemas. Ao final da aula caberá aos alunos apresentar uma campanha de sensibilização sobre a importância da preservação ambiental e de combate ao aquecimento global.

Dentre os questionamentos que os professores podem fazer em sala de aula ao se trabalhar esse assunto, estão: qual o impacto da queimada? Quais são os principais gases liberados na queimada? Você sabe elencar alguns desses problemas? Os problemas ambientais são de exclusividade de uma região do país ou de um grupo específico, como indústrias e usinas, ou são de toda a sociedade? O que a sociedade pode estar fazendo para minimizar os riscos à saúde e ao meio ambiente em relação aos agrotóxicos e a queimada? Como a disciplina e os conhecimentos de química podem contribuir para que a sociedade se conscientize dos riscos e como apresentar propostas que melhoram o meio ambiente?

Finalmente, levando em consideração as relações da saúde humana com os processos produtivos, ressalta-se que o estudo e a proposta de um trabalho expositivo sobre os danos fisiológicos gerados pelos diversos meios de contaminação e poluição, sendo a saúde a mais afetada neste sentido como os problemas oculares, respiratórios, cutâneos, entre outros.

Assim, é de suma importância que o aluno entenda que os problemas ambientais não é apenas algo relacionado a poluição do ar e do solo, mas envolve consequências que geram doenças em animais e nas pessoas podendo levar até a morte. Falar sobre meio ambiente é algo cada vez mais presente na sociedade atual e estas discussões favorecem para que algumas disciplinas sejam trabalhadas de maneira mais complexa e mais próxima da realidade de qualquer um, como acontece com a disciplina de Química (SANTOS, 2009).

### **Considerações**

A partir deste levantamento foi possível verificar a viabilidade educacional da potencialidade didática da temática Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) do etanol, que teve como objetivo analisar todo o seu sistema produtivo, desde a matéria-prima até o produto final para a abordagem no ensino de química. Verificou-se que a ISO 14040 tem como objetivo garantir a sustentabilidade do produto desde o “berço” até o “túmulo”, ou seja, desde da matéria prima “cana de açúcar” até seu destino final do etanol sendo essa temática da sustentabilidade rica de possibilidades para promover abordagens para o contexto educacional dos alunos.

Nesse sentido, foi possível detectar que a temática da ACV do etanol tem um grande arcabouço pedagógico, pois permite aos professores de diferentes áreas do conhecimento utilizar a contextualização e da interdisciplinaridade nas suas aulas. Possibilitou que os discentes compreendam todo seu processo produtivo, desde o preparo do solo, plantio, colheita e a produção de etanol. Envolve um amplo conhecimento de química e de biologia que possibilita a interação das áreas quanto a problematização com o estudo de caso.

Houve viabilidade para a implementação de discussão sobre os impactos ambientais gerados por tal processo produtivo e as suas consequências para a saúde do ser humano e o ambiente. Portanto, é possível estreitar caminhos metodológicos para que o discente construa e reconstrua o seu aprendizado, permite para que desperte o interesse sobre os impactos ambientais causados pela ACV do etanol. Promove reflexões no seu contexto escolar, social e ambiental permitindo consigam tomar decisões autônomas quando o docente de química se utilizar de estratégias mediadoras.

A abordagem e o tratamento desses temas em sala de aula são de salutar importância, pois as consciências ambientais das novas gerações podem depender do que esteja sendo debatido no campo educacional na contemporaneidade. Isso pode impactar consideravelmente para a sobrevivência da espécie humana neste planeta como nas espécies em geral, e também os alunos serão motivados a pensar em alternativas para este crescente problema. A vida do ser humano e a sua consequente evolução traz consigo a mudança ambiental que pode ser benéfica ou nociva ao meio ambiente. Logo, discutir essas questões no ensino de química é viável para o entendimento da funcionalidade dos diversos sistemas ambientais e na qualidade de vida da sociedade.

Apontamos com um limite desse levantamento o fato de não ter sido aplicado em sala de aula na química, entretanto, a partir dos ancoramentos da literatura foi possível verificar que esse estudo se mostrou viável e oportuno do ponto de vista da sua

proposta. Portanto, podemos concluir que esse levantamento pode subsidiar a abordagem de diversas temáticas da ACV do etanol no ensino de química. Possibilita o fazer docente na utilização de conteúdos que podem ser trabalhados contribuindo no processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos dos alunos da educação básica, para uma conscientização ambiental e social.

## Referências

BANKS, M. **Dados visuais para pesquisa qualitativa**. [Recurso eletrônico]. Tradução José Fonseca. Porto Alegre/RS: Artmed, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Secretaria de Educação Básica (SEB). Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI). Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SEPT). Conselho Nacional da Educação (CNE). Câmara Nacional de Educação Básica (CNEB). Diretoria de Currículos e Educação Integral (DCEI). Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)

\_\_\_\_\_. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**, Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Dispõe sobre a Aprovação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida e dá outras providências (Resolução nº 04, de 15 de dezembro de 2010). Recuperado em 27 de junho de 2013, de <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000236.pdf>.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

CALDEIRA-PIRES, A.; SOUZA-PAULA, M. C. de; VILLAS BOAS, R. C. **A Avaliação do ciclo de vida: a ISO 14040 na América Latina**. Brasília: Abipti, 2005.

CHEHEBE, J. R. B., **Análise do ciclo de vida de produtos - ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

DA SILVA, S. S.; **Avaliação do ciclo de vida do etanol combustível: uma análise econômica, social e ambiental**. Dissertação (Mestrado em Economia Regional). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2012.

FARINA, E. M. M. Q.; ZYLBERSZTAJN, D. **Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar Sistema Agroindustrial da Soja Coordenação**. Volume V. Realização PENZA/FIA/FEA/USP. São Paulo. 1998. Disponível em <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Vol\\_V\\_CANAparte1\\_000fxg2yfra02wyiv80soht9hnddhjbd.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Vol_V_CANAparte1_000fxg2yfra02wyiv80soht9hnddhjbd.pdf)>. Acesso em 15 jun. 2018.

FINNVEDEN, G., HAUSCHILD, M. Z., EKVALL, T., GUINÉE, J., HEIJUNGS, R., HELLWEG, S., KOEHLER, A., PENNINGTON, D., & SUH, S. **Recent developments**

in **Life Cycle Assessment. Journal of Environmental Management**, 91, 1-21. PMID:19716647. [http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman, 2009](http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2009).

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. Revista Química Nova na escola. Vol. 31, Nº 3, agosto, 2009. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_3/07-RSA-2008.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/07-RSA-2008.pdf). Acessado em: maio/2019.

KIRCHHOFF, V. W. J. H. (org.) **Efeitos de Queimadas sobre a atmosfera: produção de gases nocivos**. As Queimadas da Cana. São José dos Campos: Transtec Editorial, 1991.

KLÖPPFER, W. **The role of SETAC in the development of LCA**. International Journal of Life Cycle Assessment, 11, 116-122. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-008-0038-4>. Acesso em: janeiro de 2019.

HUNT, R. E FRANKLIN, E., **LCA - How it Came About. Personal Reflections on the Origin and the Development of LCA in the USA**. Int. J. LCA, vol. 1 (1) 4-7. Landsberg, Germany: Ecomed. 1996.

MARQUES, T. A.; SASSO, C. G.; SATO, A. M.; SOUZA, G. M., **Queima do canal: aspectos sobre a biomassa vegetal, fertilidade do solo e emissão de CO<sub>2</sub> para atmosfera**. Uberlândia, Biosci. J., v. 25, n. 1, p. 83-89, 2009.

MEDEIROS, L. M.; DUARTE, L. C.; CALLEJAS, I. J. A. **Contribuição para a avaliação de ciclo de vida na quantificação de impactos ambientais de sistemas construtivos**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 365-385, abr./jun. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/SKNpHgTr88Bhgw3HcHRD8jc/?lang=pt>. Acessado em: janeiro/2019.

MENDESA, N. C.; BUENOVA, C.; OMETTO, A. **Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: revisão dos principais métodos**. Production, 26(1), 160-175, jan./mar. 2016. Disponível em: [http://www.prod.org.br/files/v26n1/prod1532\\_13.pdf](http://www.prod.org.br/files/v26n1/prod1532_13.pdf). Acesso em: janeiro de 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas - ONU. (2012). **A ONU e o meio ambiente**. Recuperado em 27 de junho de 2013, de <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-omeio-ambiente/>

UNEP. United Nations Environment Programme – UNEP. (2007). **Life cycle management: a business guide to sustainability**. Recuperado em 27 de junho de 2013, de <http://www.unep.org/pdf/dtie/DTI0889PA.pdf>.

RANGEL, A. R. **Contextualização dos polímeros no ensino de química numa perspectiva de sustentabilidade ambiental para o aproveitamento dos resíduos de bananeiras**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa. Viçosa, MG, 2019.

SANTOS, A. de S **Educação Ambiental**: Um tema transversal no ensino da Química. Monografia (Graduação em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. O.; BORGES, L. C. **Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 108-114, 2007.