

## *Microalgas como uma matriz para biodiesel na perspectiva de estudantes do semiárido*

A crescente preocupação com o ambiente vem despertando a humanidade para o desenvolvimento de produtos e técnicas mais sustentáveis. A energia proveniente de biomassa se mostra uma alternativa promissora na substituição das energias fósseis para alcançar o tão promissor 'desenvolvimento sustentável'. Neste contexto, as microalgas constituem uma excelente alternativa, pois apresentam aplicações ambientais no uso de águas residuais, captação de gás carbônico e produção de oxigênio e geram vários produtos para a indústria, inclusive os biocombustíveis. No entanto, é importante saber o que a aprendizagem escolar transmite de conhecimento a respeito deste tema dentro das escolas técnicas. Dessa forma, o objetivo desse estudo é avaliar o conhecimento de estudantes do curso Técnico de Nível Médio em Biocombustíveis IFRN-Apodi sobre a definição, o uso, a sustentabilidade do cultivo de microalgas e a aplicação no setor de biocombustíveis. Para isso foram aplicados questionários com perguntas semiestruturadas para 86 estudantes. A partir da análise dos dados, constatou-se que 44% dos alunos ouviram falar a respeito de microalgas, mas apresentavam conhecimento superficial sobre o tema. Concluiu-se que seria importante que esse tema fosse abordado nas disciplinas iniciais assim como a cultura de outras matrizes vegetais energéticas e que os estudantes necessitam ampliar seus conhecimentos sobre toda a gama de produtos e benefícios que as microalgas podem gerar, além do biodiesel.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Biomassa Algal; Recursos Naturais; Bioenergia.

## *Microalgae as a matrix for biodiesel from the perspective of semiarid students*

The growing concern with the environment has been awakening humanity to the development of more sustainable products and techniques. Energy from biomass proves to be a promising alternative in replacing fossil energies to achieve such promising 'sustainable development'. In this context, microalgae are an excellent alternative because they have environmental applications in the use of wastewater, carbon dioxide capture and oxygen production and generate various products for industry, including biofuels. However, it is important to know what school learning conveys knowledge about this topic within technical schools. Thus, the aim of this study is to evaluate the knowledge of IFRN-Apodi Biofuels Technician students on the definition, use, sustainability of microalgae cultivation and application in the biofuels sector. For this, questionnaires with semi-structured questions were applied to 86 students. From the data analysis, it was found that 44% of the students heard about microalgae, but had superficial knowledge on the subject. It was concluded that it would be important that this topic be addressed in the initial subjects as well as the culture of other energetic plant matrices and that students need to broaden their knowledge about the full range of products and benefits that microalgae can generate besides biodiesel.

**Keywords:** Sustainability; Algal biomass; Natural resources; Bioenergy.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **10/10/2018**

Approved: **10/11/2018**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Elaine Cristina Rodrigues do Nascimento**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1545766433106164>  
[elainecristina.ri@gmail.com](mailto:elainecristina.ri@gmail.com)

**Sueli Aparecida Moreira**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9469781068838287>  
<http://orcid.org/0000-0002-0558-5808>  
[suelimoreira@yahoo.com.br](mailto:suelimoreira@yahoo.com.br)

**Allyne do Nascimento Eufrásio Silva**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3345367355585035>  
[allyne\\_16eufrasio@hotmail.com](mailto:allyne_16eufrasio@hotmail.com)

**Juliana Espada Lichston**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0727435909982933>  
<http://orcid.org/0000-0002-4042-4524>  
[j.lichston@gmail.com](mailto:j.lichston@gmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2018.008.0018

### Referencing this:

NASCIMENTO, E. C. R.; MOREIRA, S. A.; SILVA, A. N. E.; LICHSTON, J. E.. Microalgas como uma matriz para biodiesel na perspectiva de estudantes do semiárido. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.8, p.200-211, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.008.0018>

## **INTRODUÇÃO**

A crescente preocupação com o meio ambiente surge das consequências geradas pelo modelo industrial pautado na exploração de recursos naturais, uso intensivo de energia fóssil e consequente poluição em prol da maximização dos lucros (BARCELLOS et al., 2009). Sendo assim, esforços vêm sendo feitos para o desenvolvimento de técnicas mais sustentáveis de produção, a fim de atender ao mercado mundial com menores danos ao meio ambiente.

O conceito desenvolvimento sustentável surge em 1987 com o Relatório O Nosso Futuro Comum, elaborado pela Comissão Brundtland a pedido da Organização das Nações Unidas (ONU), com a premissa de 'satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades'. Segundo Jacobi (2010), neste relatório, além de serem reforçados pontos como as relações entre economia, sociedade e tecnologia, também se ressalta a importância de uma nova perspectiva em relação à preservação do meio ambiente, envolvendo um manejo mais racional dos recursos ambientais.

A energia proveniente de biomassa se mostra uma alternativa inovadora na substituição das energias fósseis e para alcançar o tão almejado 'desenvolvimento sustentável'. Quando comparadas às energias fósseis, as energias renováveis apresentam algumas vantagens, tais como: aumentam o leque de opções de fontes energéticas; reduzem as emissões de gases poluentes para a atmosfera; oferecem a sustentabilidade na geração de energia em longo prazo; aumentam as oportunidades de emprego em regiões rurais; e aumentam a geração de subprodutos para diversos ramos da indústria (DICKINSON et al., 2017; SACHS, 2004).

Face ao ideal de diminuição de impactos ambientais, de que forma as microalgas podem contribuir para o desenvolvimento sustentável? A resposta não é tão difícil. Esses microrganismos fotossintetizantes são responsáveis por cerca de 60% da produção primária da Terra e têm sido estudados devido ao seu potencial econômico nutricional e ecológico (CHISTI, 2007; ANTELO et al., 2010). As microalgas são um dos exemplos de recursos renováveis que apresentam aplicações ambientais e tecnológicas. Esses microrganismos tem ganhado atenção nos últimos anos por fornecerem a matéria prima necessária para geração de biocombustíveis, no entanto, as microalgas já são utilizadas para outros fins há tempos.

Segundo Matos (2017), as microalgas apresentam uma série de compostos, que podem ser utilizados em vários ramos da indústria. Possuem polissacarídeos (amido, celulose, gelificantes) que são utilizados no setor farmacêutico, cosmético e para nutrição humana. Enquanto os compostos bioativos, antifúngicos e antivirais, por exemplo, são utilizados na formulação de antibióticos, vacinas e compostos químicos para a agricultura.

O teor de proteína das algas é capaz de fornecer matéria prima para fabricação de suplementos para nutrição humana e animal, tratamentos com anticorpos e vacinas. E seus pigmentos (clorofila, carotenoides e ficobilinas) são muito empregados na fabricação de alimentos funcionais, aromatizantes e também na

indústria farmacêutica. Por fim, devido ao rico conteúdo lipídico podem ser utilizadas na produção de biocombustíveis (MATOS, 2017).

Pela ótica ecológica, por serem organismos fotossintetizantes, o cultivo de microalgas para biocombustíveis e outros produtos de valor agregados, pode ser ambientalmente sustentável e rentável, principalmente se combinada com processos como tratamentos de efluentes (para a retirada de nutrientes da água e consequente ganho de biomassa) e gases de combustão (consumo de CO<sub>2</sub> e produção de O<sub>2</sub>), esclarece Mata et al. (2010).

Sob a perspectiva socioambiental de que forma os jovens de ensino técnico do curso de Biocombustíveis IFRN-Apodi interpretam o aprendizado sobre microalgas e vivenciam sua aplicabilidade cotidianamente? Justifica-se a realização do presente estudo para caracterizar o conhecimento discente sobre esses microrganismos porque se faz necessário compreender quais são as perspectivas desse pequeno recorte geracional em relação às possibilidades de diminuição de impactos ambientais e geração de bioprodutos. Portanto, realizou-se o presente estudo com o objetivo de avaliar o conhecimento de estudantes do Curso Técnico de Nível Médio em Biocombustíveis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) no *campus* Apodi/RN sobre o potencial das microalgas como fonte de biocombustível para o semiárido.

## **METODOLOGIA**

Desenvolveu-se estudo transversal de natureza mista (qualitativa e quantitativa) junto ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) no *campus* Apodi (RN), aonde os dados foram coletados durante o mês de outubro de 2017. Segundo Bauer et al. (2002), a pesquisa quantitativa é aquela mais ligada a números, enquanto que a pesquisa qualitativa lida com os textos e suas interpretações. Foram aplicados questionários a 86 alunos, do primeiro ao quarto ano, do curso técnico integrado em biocombustíveis e as respostas foram numeradas de 1 a 86. Os dados foram coletados mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizado pela escola e com o assentimento dos jovens, em respeito à Resolução do Conselho Nacional de Saúde CNS/MS nº 510, de 07 de abril de 2016 – para garantir a livre participação.

A escolha do IFRN-Apodi se deu porque o curso de Biocombustíveis, a princípio, deveria incluir as microalgas em algum dos seus componentes curriculares, incentivando novas tecnologias no uso dessa importante matéria prima para produção de biodiesel. O Nordeste brasileiro, incluindo as regiões semiáridas, dispõe de condições ambientais favoráveis ao cultivo de microalgas. Estima-se que o público discente, em formação, representa o futuro profissional apto em reverter soluções para o local de origem.

O questionário utilizado neste estudo contém 7 perguntas, sendo elas de múltipla escolha e discursivas, a respeito do conceito, uso, vantagens e sustentabilidade no cultivo das microalgas. As perguntas contidas no instrumento abordavam questões introdutórias sobre microalgas, mediam o conhecimento obtido na escola, como também se apreendeu perspectivas futuras de biocombustíveis e sustentabilidade. De modo sucinto, as questões deram origem às categorias que articularam os resultados.

As questões de múltiplas escolhas foram tratadas com auxílio de planilhas Microsoft Office Excel 2010, e permitiu a elaboração de tabelas demonstrando as frequências durante a análise dos dados. Em relação às respostas discursivas, observou-se a análise de conteúdo, que segundo Bardin (2009) refere-se a um compilado de técnicas para análise das comunicações, através de metodologia sistemática e objetiva de descrição do teor das mensagens. Os discursos foram organizados, analisados e aqueles que apresentavam ideias similares foram separados por categorias demonstrando as frequências das temáticas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Perfil dos estudantes e da instituição**

Dos 86 estudantes que responderam os questionários, a maioria dos alunos encontra-se entre os 15 e os 18 anos. Boa parte dos estudantes do IFRN está dentro da idade prevista para o início e término do ensino médio. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da educação de 1996, o aluno que não apresentar nenhuma reprovação concluirá o ensino fundamental aos 14 anos, e teoricamente, ingressaria no ensino médio aos 15 anos. Sendo o IFRN uma instituição que oferta o ensino técnico integrado com duração de quatro anos, o aluno que ingressa aos 15 anos teoricamente terminaria esta etapa do ensino básico aos 18 anos.

Segundo a Lei 11.892, de 29 de dezembro de 2008, que cria e estabelece os objetivos e as finalidades dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, fica evidente que a criação de determinado curso técnico está atrelada ao desenvolvimento da educação profissional e tecnológica com vistas a adaptação às demandas sociais e peculiaridades regionais.

Dessa forma, se o curso de biocombustíveis está instalado no município de Apodi (RN) é por que esta região, inserida no semiárido, possui potencialidades para a produção de biocombustíveis. De fato, no Projeto Pedagógico deste curso evidenciou-se que houve uma pesquisa junto ao mercado de trabalho no setor industrial, entidades ligadas ao desenvolvimento regional, às empresas, cooperativas, órgãos ligados ao setor de biocombustíveis e constatou-se que o profissional formado neste curso encontrará oportunidades em diversos setores da economia do Estado do Rio Grande do Norte. Sendo assim, é possível observar que esta é uma região estratégica para o estado.

### **Entendimento sobre as microalgas**

Quando questionados se ouviram falar em microalgas (questão 1), 44% dos alunos afirmou que sim e 56% disseram não. Aparentemente é uma diferença pequena, porém dos 56% das respostas negativas, 73% eram de alunos do primeiro ano. De fato, no Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Biocombustíveis o conteúdo de microalgas não é contemplado no primeiro ano. Porém, existe uma disciplina ministrada no referido ano intitulada 'Culturas para Produção de Biocombustíveis' que trata da 'importância, situação atual e perspectivas para o cultivo; características botânicas; ecofisiologia; solo e seu preparo; nutrição; práticas culturais; cultivares; plantio; irrigação; noções de pragas, doenças e plantas daninhas;

colheita, armazenamento; beneficiamento; comercialização. Das culturas: cana-de-açúcar, mamona, girassol, soja e algodão’.

Seria interessante acrescentar uma visão geral sobre as demais biomassas produtoras de energia, como as microalgas, pois aparentemente os estudantes ingressam na instituição sem conhecimento sobre o tema. Ainda continuando na questão 1, foi pedido que, se os estudantes previamente tivessem ouvido falar em microalgas, conceituassem brevemente. Apenas 35 alunos descreveram este conceito (quadro 1), havendo basicamente quatro categorias de respostas, aqueles que definiram microalgas como: ‘plantas aquáticas’, ‘organismos fotossintetizantes’, ‘microrganismos’ e ‘organismos responsáveis pela produção de biocombustíveis/óleo’.

**Quadro 1:** Principais categorias de resposta dos estudantes do IFRN sobre o conceito de microalgas.

Categorias	N =	%	Expressões utilizadas
	86		
Não respondeu	51	59	
Produtoras de biocombustíveis/biodiesel	16	18	<i>Organismos que produzem uma quantidade considerável de óleo vegetal, e representa uma alternativa bastante viável para a produção de biocombustíveis (R41); Planta aquática que pode ser utilizada na produção de biocombustíveis (R55); São microrganismos utilizados em processos para obtenção de produtos como biocombustíveis (R86).</i>
Plantas aquáticas	15	17	<i>São plantas que tem a adaptação para viver na água (R18). São as plantas que ficam dentro do mar (R44). Pequenas plantas que vivem na água (R60).</i>
Microrganismos	9	10	<i>Microalgas são microrganismos que podem ser encontrados em ambientes aquáticos (R75). São microrganismos vivos de extrema importância para a geração de novas fontes de energia (R79).</i>
Organismos fotossintetizantes	8	9	<i>São organismos unicelulares que realizam fotossíntese (R58). Microalgas são organismos fotossintetizantes que crescem rapidamente e servem como matéria prima para alguns produtos (R80).</i>

**Legenda:** \*O mesmo estudante pode ter atribuído mais de uma resposta, portanto ultrapassa 100%.

Um pouco mais da metade (59%) não respondeu. Segundo Barros et al. (2013), boa parte dos livros didáticos brasileiros de ciências apresentam deficiências conceituais e figuras nem sempre adequadas. Para Possobom (2002), atividades experimentais desenvolvem o interesse e provocam o ânimo do aluno, além de facilitar o entendimento de acontecimentos naturais e os conceitos científicos.

As categorias mais citadas foram aquelas que definiam microalgas como sendo plantas aquáticas e produtoras de biocombustíveis. As microalgas apresentam um papel significativo para a Terra, pois, historicamente foram os primeiros organismos capazes de realizar fotossíntese, sendo de grande importância para a composição da atmosfera atual. Como também são responsáveis por mais da metade da atividade fotossintética do planeta (SIMÕES et al., 2016). As microalgas se apresentam como um grupo bastante diversificado são organismos microscópicos, unicelulares ou coloniais, apresentam pigmentos fotossintéticos e acessórios, ocorre principalmente no meio aquático e são fotossintetizantes.

Do ponto de vista filogenético esses organismos podem ser procarióticos (cianobactérias) ou eucarióticos e em termos evolutivos podem ser recentes ou antigas (OLAIZOLA, 2003). Sob a ótica taxonômica, as microalgas têm sido categorizadas de acordo com sua pigmentação, ciclo de vida e estrutura celular. As principais classes de microalgas termos de abundância são: *Bacillariophyceae* (diatomáceas),

*Chlorophyceae* (algas verdes), *Chrysophyceae* (algas douradas) e *Cyanophyceae* (cianobactérias) (DEMIRBAS, 2010).

Segundo Franceschini et al. (2009), as algas são pouco conhecidas pelo público em geral e por parte de alguns biólogos há apenas uma vaga noção do que sejam esses organismos. O foco principal do ensino tem sido vegetais superiores ou animais pluricelulares. Então, por mais que os alunos já tivessem ouvido falar no assunto, percebe-se que ainda há certa confusão sobre o que exatamente são as microalgas. Talvez a ideia de que microalgas sejam plantas se dá pelo fato de elas apresentarem capacidade de realizar fotossíntese e por algumas espécies exibirem coloração esverdeada. Essas duas características podem ser os principais pontos de associação com os vegetais superiores.

Em todas as quatro categorias, os alunos citam, pelo menos, uma das utilidades que a microalga possui que é a geração de biocombustíveis/óleo. Ou seja, muitos deles confundem a definição com uso. Ainda quando questionados sobre a vivência em um cultivo de microalgas (questão 2) apenas 1 dos 86 alunos, deu resposta afirmativa.

Isso pode indicar que os estudantes têm pouco contato com esses microrganismos. Quando convidados a responder sobre a serventia das microalgas, com base no aprendizado escolar, 31 alunos (36%) deixaram a questão em branco e o restante das respostas obtidas estava associado basicamente a três categorias: produção de biocombustíveis (em especial o biodiesel), utilização ambiental e não sabe/não estudou (quadro 2). A produção de biocombustível foi o uso mais citado, conforme é demonstrado no quadro 2.

**Quadro 2:** Principais categorias do uso de microalgas atribuídas pelos alunos do IFRN de Apodi (RN).

Categoria	N = 86	%	Expressões utilizadas
Não respondeu	31	36	
Produção de biocombustível/biodiesel	30	35	<i>Para serem cultivada e utilizadas para produzir biodiesel, através de técnicas, como a de biomassa oriunda delas (R 61); As microalgas servem para diversos fins, e um dos principais deles é a produção de biodiesel através do óleo das mesmas (R80).</i>
Não sabe/Não estudou	22	26	<i>Não faço ideia. Na verdade, não sei o que são microalgas (R 16); Não tivemos contato com determinado assunto, por isso o pouco entendimento sobre o mesmo (R 47)</i>
Utilização ambiental	8	9	<i>Produção de O<sub>2</sub> (R 39); Estabilidade ambiental (R 52);</i>

**Legenda:** \*O mesmo estudante pode ter atribuído mais de uma resposta, portanto ultrapassa 100%.

Dentre aqueles que responderam todos eles estão corretos em suas afirmações. Segundo Mata et al. (2010) espécies de microalgas possuem aplicações ambientais e para a indústria. Na indústria, podem ser usadas na fabricação de produtos farmacêuticos, cosméticos, nutracêuticos, alimentos funcionais, aquicultura, biocombustíveis e biofertilizantes por apresentarem compostos químicos de alto valor, tais como pigmentos, antioxidantes, b-carotenos, polissacarídeos, triglicerídeos, ácidos graxos, vitaminas e biomassa.

Em relação aos usos ambientais esses microrganismos podem fixar gás carbônico oriundo de atividades industriais e tratar efluentes ricos em nitrogênio (nitrito, nitrato, íon amônio), fósforo e até metais, como chumbo e zinco, por exemplo (ANEJA et al., 2010; SCHMITZ et al., 2010). Além da produção de biodiesel,

as microalgas também são capazes de produzir outras formas de biocombustíveis como biohidrogênio (produzido fotobiologicamente); biometano (produzido por digestão anaeróbica de biomassa de algas); bioetanol (produzido por fermentação da biomassa de algas) (MELIS, 2002; SPOLAORE et al., 2006; HARUN et al., 2010).

Apesar dessa capacidade de fornecer diferentes compostos energéticos, as microalgas ainda não são economicamente competitivas, como os derivados do petróleo e até mesmo a soja. Esta desvantagem comercial ocorre por alguns fatores como: problemas relacionados à produção em grande escala; os altos custos dos meios de cultura; a complexidade de fotobiorreatores em escala industrial; dentre outros (GREENWELL et al., 2010; LEITE et al., 2013).

Os maiores usos das microalgas parecem estar relacionados à aquicultura e indústria de alimentos (DERNER et al., 2010). Na aquicultura esses microrganismos podem ser incorporados na ração (como fonte proteica ou lípica) ou oferecidas *in natura* para os estágios larvais de peixes e crustáceos, como também no cultivo de moluscos como exemplo a ostra). Enquanto para a indústria alimentícia o exemplo mais comum é a *Spirulina* sp, amplamente utilizada como suplemento alimentar, mas que também possui efeito antioxidante, hipotensor, antilipidêmico, antiobesidade, prebióticos/imunomoduladores e antidiabetogênicos (OLIVEIRA et al., 2013).

Mais uma vez, quando questionados sobre se enxergavam no cultivo de microalgas uma alternativa viável para região, boa parte dos estudantes respondeu que sim. Os principais motivos estavam relacionados à facilidade no cultivo, às condições ambientais como o solo árido, a alta incidência solar e principalmente em relação à água (quadro 3).

**Quadro 3:** Motivações da viabilidade do cultivo de microalgas na região de Apodi segundo estudantes do IFRN.

Categorias	N = 86	%
Não sabe/ Não respondeu	40	47
Utilização de água imprópria para consumo	15	17
Outras vantagens	12	14
Para produção de biocombustível	8	9
Não competição pelo uso do solo	8	9
Clima favorável	4	5
Luz adequada	3	3
Fácil cultivo	2	2

**Legenda:** \*O mesmo estudante pode ter atribuído mais de uma resposta, portanto ultrapassa 100%.

A maioria não sabia responder (47%). Dentre aqueles que demonstraram conhecimento, a categoria que atribui a viabilidade do cultivo devido ao aproveitamento da água foi a mais citada, e dos discursos relativos a esta categoria é importante observar que para os alunos, otimizar o uso da água, reaproveitando-a e evitando desperdícios parece ter relevante importância. Isso fica evidente na fala do aluno 15: 'Acho que sim, pois contribuirá para a destinação de água imprópria uma vez que a região não dispõe de tratamento de água', assim como no relato do estudante 37: 'Creio que sim, pois nossa região apresenta pouca água, sendo assim a utilização de água imprópria para o cultivo de microalga seria de extrema importância'.

De fato, vários estudos comprovam a eficácia das microalgas para biorremediar efluentes municipais ou ainda aqueles provenientes das atividades de suinocultura, aquicultura e outras atividades. Diniz et al.

(2017) usaram cinco espécies de microalgas (*Scenedesmus* sp1, *Scenedesmus* sp2, *Desmodesmus* sp., *Chlorella* sp1 e *Chlorella* sp2) em efluentes municipais e observaram que em quatro dias de cultivo esses organismos foram capazes de reduzir o nitrogênio amoniacal e o fosfato em cerca de 60% e 90%, respectivamente.

Por sua vez, Shen et al. (2017) utilizou a *Chlorella vulgaris* em efluentes originados da suinocultura e observaram que a alga foi capaz de remover 99,95% de amônia, 96,05% do nitrogênio total e 99,83% do fósforo total. Escapa et al. (2017) utilizou duas espécies de microalgas (*Chlorella vulgaris* e *Tetrademus obliquus*) para avaliar a remoção de dois fármacos, o paracetamol e ácido salicílico da água. Foi possível observar que *Tetrademus obliquus* e *Chlorella vulgaris* conseguiram remover o paracetamol em cerca de 40% e 21%, respectivamente. Para o ácido salicílico a redução foi de 93% para *Tetrademus obliquus* e 25% para *Chlorella vulgaris*.

Houve também uma reposta negativa (cerca de 5%) ao cultivo de microalga na região de Apodi e o aluno justificou da seguinte forma: “Não, pois esta região apresenta um grande déficit na questão do uso da água”. A importância dada a água deve se dar devido ao contexto de escassez hídrica que esses estudantes estão inseridos. A região de Apodi pertence ao semiárido norte-rio-grandense, e vem experimentando períodos prolongados de seca. Segundo o Instituto Nacional De Meteorologia, nos anos de 2015 e 2016, choveu menos de 600mm nessa região.

Segundo Dickinson et al. (2017), para a instalação de um cultivo de microalgas é necessário observar certos parâmetros, como disponibilidade de água, condições climáticas de temperatura, insolação, além de acesso aos nutrientes e gás carbônico. A região de Apodi apresenta alta insolação, fator que contribui positivamente para a realização de fotossíntese.

A água é escassa, já que esta região apresenta baixa pluviosidade, porém, este fator pode ser sanado pelo reaproveitamento de águas residuais que, por sua vez, apresentam nutrientes como nitrogênio e fósforo. E essa mesma água pode ser utilizadas seguidas vezes em cultivos posteriores. Além disso, por apresentar estruturas de cultivo verticais (fotobiorreatores) o cultivo de microalgas não implicará no aumento da desertificação.

### **Conhecimento sobre sustentabilidade no cultivo de microalgas e produção de biocombustíveis**

Quando questionados se haviam ouvido falar sobre sustentabilidade, todos os alunos responderam que sim e a maioria dos que responderam, avaliaram como bom (37%) e ótimo (38%) a sustentabilidade no cultivo de microalgas. De fato, esses microrganismos aparecem como uma alternativa sustentável, visto que oferecem diversos serviços ambientais como fixação de CO<sub>2</sub>, remoção de nutrientes e metais da água enquanto ganham biomassa para posterior confecção de produtos de interesse comercial, inclusive os biocombustíveis.

E como pergunta final, foi questionado como eles achariam que estaria a sustentabilidade do uso dos biocombustíveis no meio ambiente daqui a 10 anos. Apenas três alunos não responderam essa questão. A

maioria foi otimista e relacionou a sustentabilidade com a descoberta de novas tecnologias e espécies vegetais, conforme o quadro 4.

**Quadro 4:** Percepções da sustentabilidade do uso dos biocombustíveis no meio ambiente para 10 anos.

Estudantes	Expressões utilizadas – Percepções Positivas
75	<i>Acredito que em 10 anos, com o avanço tecnológico, o uso de biocombustíveis no meio ambiente estará contribuindo de forma significativa para a sustentabilidade.</i>
29	<i>Acho que a sustentabilidade no uso de biocombustíveis estará maior, com a descoberta de novas plantas e materiais para a sua produção.</i>
48	<i>Irá melhorar em grande escala (possivelmente), devido às novas tecnologias que serão construídas.</i>
78	<i>Acredito que estará bem melhor do que o cenário atual devido ao avanço das tecnologias de produção/extração, além do descobrimento de mais fontes de energia renovável que pode haver até lá.</i>
80	<i>Certamente com o passar dos anos a tecnologia para a produção de biocombustíveis estará mais desenvolvida, consequentemente essa tecnologia será ainda mais sustentável.</i>
Estudantes	Expressões utilizadas – Percepções Negativas
23	<i>Estará baixa, por mais que inventem objetos sustentáveis, a população não se lembrará do futuro, e sim, somente do agora e pensando em si próprio sempre.</i>
14	<i>Creio que estará em um número bem reduzido, pois com o passar do tempo as matas e florestas estariam mais devastadas, inviabilizando a produção do biocombustível.</i>

De fato, alguns estudiosos também possuem uma visão otimista em relação ao uso futuro dos biocombustíveis em detrimento dos combustíveis fósseis. Segundo Sachs (2005), por exemplo, os biocombustíveis estariam inseridos dentro da “civilização moderna da biomassa” que consistiria numa sociedade com importantes avanços na área da ciência, principalmente na biologia. Seria também uma civilização movida pela energia solar (por meio da fotossíntese) e que geraria um leque amplo de produtos originados da biomassa, a partir do uso da biotecnologia, tanto para aumentar a variedade de produtos como também para aumentar a produtividade.

Outros estudantes, no entanto, apresentaram respostas negativas, responsabilizando direta ou indiretamente as ações do homem. As percepções negativas se mostram bem coerentes. De acordo com Sachs (2007), o homem tem um papel fundamental para a mudança do perfil energético atual, devendo caminhar para mudanças no estilo de vida, padrões de consumo, organização do espaço e produção, remodelação urbana, durabilidade dos produtos e manutenção dos bens duráveis e não duráveis. Ou seja, não adianta mudar a fonte de energia se o padrão de consumo exacerbado perdurar. Apesar dos anseios de consumidores e da comunidade científica em relação ao desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, parte dos estudantes demonstrou senso crítico sobre a responsabilidade de governantes em investimentos e políticas públicas nessa direção (quadro 5).

**Quadro 5:** Papel do governo na sustentabilidade do uso dos biocombustíveis no meio ambiente daqui a 10 anos.

Estudantes	Expressões utilizadas
65	<i>Se o cenário político ainda estiver igual ou parecido (pouco ou nenhum incentivo para produção de biocombustíveis) haverá pouca ou quase nenhuma utilidade. Porém se esse e outros fatores mudarem daqui há 10 anos poderemos ter um mundo mais sustentável.</i>
51	<i>Diretamente relacionada, pois a falta de opções obrigará o governo a investir nos biocombustíveis.</i>
74	<i>Se não houver políticas públicas dirigidas para esse investimento, infelizmente estaremos da mesma forma de hoje, mesmo que já estamos mais avançados tecnologicamente.</i>
77	<i>Certamente em um patamar mais elevado do que o de hoje, tendo em vista a crescente demanda por uma diversificação da matriz energética mundial com vistas no desenvolvimento sustentável e na conservação do meio ambiente. É claro que, para isso, é necessária a coparticipação dos governos e entidades em prol disso.</i>

A política reveste-se do Princípio da Universalidade, ao deter a capacidade de se tomar decisões para toda a coletividade. Através do Princípio da Inclusividade, tem-se a possibilidade de intervir, de modo imperativo, em todas as esferas possíveis de atividades coletivas envolvendo recursos naturais, por exemplo, e de encaminhar tais atividades aos fins desejados ou de desvia-las de um fim não desejado (BOBBIO et al., 2002). Portanto, a política tem uma finalidade imprescindível na questão dos biocombustíveis. O mercado, por si só, é alheio às questões sociais e ecológicas, cabendo ao Estado regular as economias e conduzi-las para um desenvolvimento socialmente incluso e ambientalmente benéfico (SACHS, 2010).

Um exemplo de interferência política nas questões ambientais é o Protocolo de Kyoto, instrumento de regime do quadro de mudança climática, este protocolo tem por finalidade induzir os países industrializados à redução das emissões dos gases do efeito estufa 2012. A participação do Brasil neste cenário se dá por meio do MDL (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo) que é a criação de projetos ambientalmente sustentáveis para posteriores vendas de créditos de carbono (GÓES et al., 2018).

Na Alemanha, no ano 2000, por exemplo, foram criadas leis para adoção de energias renováveis, assegurando acesso à rede por vinte anos e repartindo o sobrecusto entre os consumidores a um preço baixíssimo. Isso resultou em uma produção de mais de 18 mil megawatts de eletricidade, criação de 170 mil empregos e redução na emissão de gás carbônico em sete milhões de toneladas ao ano (SACHS, 2007). Mesmo este exemplo não sendo dentro da produção de biocombustível/biodiesel, mostra a importância do estado para estimular a produção de fontes de energias renováveis, incluindo a biomassa a partir de microalgas.

O Brasil apresenta um grande potencial para produção de biomassa. É um dos países que possui maior abundância de energia renovável e biodiversidade do mundo abrigando diversos tipos de ecossistemas e climas, uma boa base científica, e diferente dos outros países, possui as melhores condições para liderar a produção de energia pela biomassa (BORGES et al., 2016, SACHS, 2004). E a Região Nordeste, em especial, que por tantos anos foi considerada um local hostil, hoje abriga condições climáticas, como alta incidência de energia solar e baixa precipitação, muito favoráveis a produção de biomassa proveniente das microalgas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A minoria dos alunos do curso de Biocombustíveis IFRN-Apodi já ouviu falar em microalgas, mas tem pouca noção do que de fato sejam esses microorganismos e necessitam ampliar seus conhecimentos sobre toda a gama de produtos e benefícios que eles podem gerar, além do biodiesel. Seria adequada uma maior abordagem do tema nas disciplinas iniciais, com oportunidade de vivenciar um cultivo de microalgas, em escala laboratorial, para a assimilação mais eficaz do conteúdo. A maioria acredita que a sua região tem potencialidades para o cultivo de microalgas devido à escassez de água potável.

A literatura constatou que esses microrganismos podem ser cultivados em água salobra e efluentes poluídos, onde consomem nitrogênio e fósforo para ganho de biomassa. Além disso, a mesma água pode ser reutilizada em consecutivos cultivos, contribuindo com um sistema de produção mais limpo, essencial no setor energético renovável.

Todos os alunos dizem saber o que é sustentabilidade e também acreditam na sustentabilidade no cultivo de microalgas e no importante papel dos biocombustíveis nesse contexto. Dessa forma, temas como usos ambientais e produtos gerados a partir das microalgas e sua potencialidade para produção de biocombustível, poderiam ser abordados precocemente desde o primeiro ano em oficinas integrativas, feiras de ciências, em disciplinas e palestras, promovendo interações e despertando interesse sobre o assunto, contribuindo para a formação de futuros profissionais do setor energético.

## REFERÊNCIAS

- ANEJA, R. K.; CHAUDHARY, G.; AHLUWALIA, S. S.; GOYAL, D.. Biosorption of Pb<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> by non-living biomass of *Spirulina sp.* *Indian Journal Microbiology*, v.50, n.4, p.438-442, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1007/s12088-011-0091-8>
- ANTELO, F. S.; ANSCHAU, A.; COSTA, J. A. V.; KALIL, S. J.. Extraction and Purification of *Cphycocyanin* from *Spirulina platensis* in Conventional and Integrated Aqueous Two-Phase Systems. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v.21, n.5, p.921-926, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-50532010000500022>
- BARCELLOS, F. C.; OLIVEIRA, J. C.; CARVALHO, P. G. M.. Investimento ambiental em indústrias sujas e intensivas em recursos naturais e energia. *Revista Iberoamericana de Economia Ecológica*, v.12, p.33-50, 2009.
- BARDIN, L.. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: 2009.
- BARROS, M. F.; FARIAS, G. B.; SILVEIRA, E. S. M.; SANTIAGO, A. C. P.. Análise da abordagem sobre pteridófitas em livros didáticos de ciências do Ensino Fundamental. *Acta Scientiae*, v.15, n.2, p.321-337, 2013.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G.. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. Petrópolis: Vozes, 2002.
- BOBBIO, N.; MATTEUCCI, N.; PASQUINO, G.. *Dicionário de Política*. Brasília: UNB, 2002.
- BORGES, A. C. P.; SILVA, M. S.; ALVES, C. T.; TORRES, E. A.. Energias renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia. *Revista Eletrônica do PRODEMA*, v.10, n.2, p.23-36, 2016.
- BRASIL. **Lei n. 9394 de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL. **Lei n.11892 de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia e dá outras providências. Brasília: DOU, 2008.
- BRASIL. **Resolução n.510 de 07 de abril de 2016**. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Brasília: DOU, 2016.
- CHISTI, Y.. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*, v.25, p.294-306, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001>
- DEMIRBAS, A.. Use of algae as biofuel sources. *Energy conversion and management*, v.51, n.12, p.2738-2749, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.06.010>
- DERNER, R. B.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S. M.; FETT, R.. Microalgas, produtos e aplicações. *Ciência Rural*, v.36, n.6, p.1959-1967, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000600050>
- DICKINSON, S.; MIENTUS, M.; FREY, D.; AMINI-HAJIBASHI, A.; OZTURK, S.; SHAIKH, F.; SENGUPTA, D.; EL-HALWAGI, M. M.. A review of biodiesel production from microalgae. *Clean Techn Environ Policy*, v.19, p.637-668, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10098-016-1309-6>
- DINIZ, G. S.; SILVA, A. F.; ARAÚJO, O. Q.; CHALOUB, R. M.. The potential of microalgal biomass production for biotechnological purposes using wastewater resources. *Journal of Applied Phycology*, v.29, p.821-832, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10811-016-0976-3>
- ESCAPA, C.; COIMBRA, R. N.; PANIAGUA, S.; GARCÍA, A. I.; OTERO, M.. Comparison of the culture and harvesting of *Chorella vulgaris* and *Tetrademus obliquus* for the removal of pharmaceuticals from water. *Journal of Applied Phycology*, v.29, p.1179-1193, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-016-1010-5>
- FRANCESCHINI, I. M.; BURLIGA, A. L.; REVIERS, B.; PRADO, J. F.; HAMLAOUI, S.. *Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.
- GÓES, M. D. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S.; SANTANA, A. C.. Projetos de MDL de energia eólica no nordeste do Brasil: perfil e co-benefícios declarados. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v.12, n.2, p.71-89, 2018. DOI: <http://doi.org/10.24857/rgsa.v12i2.1477>
- GREENWELL, H. C.; LAURENS, L. M. L.; SHIELDS, R. J.; LOVIT, T. R. W.; FLYNN, K. J.. Placing microalgae on the biofuels priority list: a review of the technological challenges. *Journal of the Royal Society Interface*, v.7, p.703-726, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1098/rsif.2009.0322>
- HARUN, R.; DANQUAH, M. K.; FORDE, G. M.. Microalgal biomass as a fermentation feedstock for bioethanol production. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, v.85, n.2, p.199-203, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1002/jctb.2287>
- JACOBI, P.. Meio Ambiente e Sustentabilidade. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, p. 175-183, 2010.

LEITE, G. B.; ABDELAZIZ, A. E. M.; HALLENBECK, P. C.. Algal biofuels: Challenges and opportunities. **Bioresource Technology**, v.145, p.134-141, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.02.007>

LEITE, G. B.; ABDELAZIZ, A. E.; HALLENBECK, P. C.. Algal biofuels: challenges and opportunities. **Bioresource technology**, v.145, p.134-141, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.02.007>

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S.. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. **Renewable and sustainable energy reviews**, v.14, n.1, p.217-232, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.020>

MATOS, A. P.. The Impact of Microalgae in Food Science and Technology. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.94, n.11, p.1333-1350, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-017-3050-7>

MELIS, A.. Green algae hydrogen production: progress, challenges and prospects. **International Journal of Hydrogen Energy**, v.27, n.11, p.1217-28, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0360-3199\(02\)00110-6](https://doi.org/10.1016/S0360-3199(02)00110-6)

OLAIZOLA, M.. Commercial development of microalgal biotechnology: from the test tube to the marketplace. **Biomolecular Engineering**, v.20, p.459-466, 2003. DOI: [http://doi.org/10.1016/S1389-0344\(03\)00076-5](http://doi.org/10.1016/S1389-0344(03)00076-5)

OLIVEIRA, C. A.; CAMPOS, A. A. O.; RIBEIRO, S. M. R.; OLIVEIRA, W. C.; NASCIMENTO, A. G.. Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria *Spirulina*. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**, v.5, n.1, p.52-59, 2013.

POSSOBOM, C.. Atividades práticas no Ensino de Biologia e de Ciências: relato de uma experiência. **Revista de Ciência e Educação**, p.113-123, 2002.

SACHS, Y.. **A revolução energética do século XXI**. Estudos Avançados, v.21, p.21-38, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100004>

SACHS, Y.. Barricadas de ontem, campos de futuro. **Estudos Avançados**, v.24, p.25-38, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100005>

SACHS, Y.. Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. **Estudos Avançados**, v.19, p.197-214, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000300014>

SACHS, Y.. Inclusão social pelo trabalho decente: oportunidades, obstáculos, políticas públicas. **Estudos Avançados**, v.18, p.23-49, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142004000200002>

SCHMITZ, R.; MAGRO, C.; COLLA, L. M.. Aplicações Ambientais De Microalgas. **Revista CIATEC**, v.4, n.1, p.48-60, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5335/ciatec.v4i1.2393>

SHEN, Y.; YANG, T.; ZHU, W.; ZHAO, Y.. Wastewater treatment and biofuel production through attached culture of *Chlorella vulgaris* in a porous substratum biofilm reactor. **Journal of Applied Phycology**, v.29, n.2, p.833-841, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0981-6>

SIMOES, M. A.; SANTOS, S. D.; DANTAS, D. M. M.; GÁLVEZ, A. O.. **Algas cultiváveis e sua aplicação biotecnológica**. Aracaju: IFS, 2016.

SPOLAORE, P.; JOANNIS-CASSAN, C.; DURAN, E.; ISAMBERT, A.. Commercial applications of microalgae. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.101, n.2, p.87-96, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1263/jbb.101.87>

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