

## Perfil Sustentável: um jogo didático para o desenvolvimento da temática biogás

**Ana C. Lazaroto, Eduardo V. Masetto, Claudia A. Fiorese, Fernanda O. Lima, Clovis Caetano, André L. Gallina e Letiére C. Soares**

O biogás é um biocombustível produzido a partir da degradação da matéria orgânica na ausência de oxigênio e vem ganhando destaque devido ao aproveitamento da biomassa para produção de energia. Buscando inserir esta temática na escola, elaboramos um jogo didático, intitulado Perfil Sustentável, que visa estimular a construção de senso crítico a partir de aspectos ambientais, sociais e culturais por meio de situações-problema. O jogo foi testado e validado, e, após seu desenvolvimento, algumas melhorias sugeridas foram implementadas, tais como: aumentar o número de grupos, promovendo maior participação; classificar as cartas em categorias para facilitar a interpretação das dicas; retomar os perfis que não foram acertados ao final do jogo para sanar as dúvidas remanescentes. Este jogo é uma ferramenta para auxiliar no ensino e aprendizagem, possibilitando a abordagem de questões relacionadas à realidade coletiva da sociedade, além de estimular as discussões em grupo.

► biocombustíveis, ensino de ciências, lúdico ◀

Recebido em 07/08/2023; aceito em 15/01/2024

### Introdução

O ser humano vem modificando a natureza desde os primórdios para garantir a sua sobrevivência e facilitar as atividades diárias. Entretanto, tais mudanças vieram acompanhadas de uma demanda energética crescente, intensificando o uso de fontes de energia que pudessem ser produzidas de maneira rápida e fácil (Miranda *et al.*, 2019).

Os combustíveis fósseis (derivados do petróleo, carvão mineral e gás natural) cumprem tal papel, já que uma grande quantidade de energia pode ser produzida a partir de sua queima. Entretanto, esses combustíveis apresentam como ônus a emissão elevada de poluentes que, por serem oriundos de fontes não renováveis, não são reabsorvidos e permanecem na atmosfera. Isso contribuiu para que diversos países adotassem medidas para reduzir a emissão de gases potencializadores do efeito estufa, visando minimizar as

mudanças climáticas provocadas pelo aquecimento global (Bussadori, 2019).

A fim de diminuir a dependência dos combustíveis fósseis e reduzir os problemas ambientais gerados, o uso de biocombustíveis (em sua maioria oriundos da biomassa) para produção de energia renovável, como o etanol, o biodiesel e o biogás, vem ganhando destaque no setor energético (Duarte *et al.*, 2022; Empresa de Pesquisa Energética, 2017).

Dentre os diversos tipos de combustíveis gerados a partir da biomassa, o biogás vem ganhando grande destaque devido às possibilidades de utilização de resíduos para produção de energia. Esse biocombustível é produzido a partir da decomposição anaeróbia da matéria orgânica, gerando uma mistura de gases composta principalmente por metano (55-65%) e dióxido de carbono (30-45%) e, em concentrações traços, sulfeto de hidrogênio, vapor d'água, siloxanos e amônia (Muñoz *et al.*, 2020; Gomes *et al.*, 2019; Kunz *et al.*, 2022).

**Dentre os diversos tipos de combustíveis gerados a partir da biomassa, o biogás vem ganhando grande destaque devido às possibilidades de utilização de resíduos para produção de energia. Esse biocombustível é produzido a partir da decomposição anaeróbia da matéria orgânica, gerando uma mistura de gases composta principalmente por metano (55-65%) e dióxido de carbono (30-45%)...**

A concentração desses gases varia de acordo com a composição do substrato, sendo o metano o principal gás de interesse por apresentar elevado potencial calorífico (Kunz *et al.*, 2022). Além disso, o aproveitamento do biogás transpassa as questões energéticas e torna-se um tema de interesse ambiental, pois o metano apresenta um potencial de contribuição para o efeito estufa cerca de vinte e duas vezes maior que o CO<sub>2</sub> gerado durante sua queima (Karlsson *et al.*, 2014).

Em âmbito nacional, a produção de biogás surge como tratamento de resíduos advindos dos setores agropecuário, agroindustrial e de saneamento (CIBiogás, 2022). Segundo Milanez e colaboradores (2018), o biogás é uma alternativa para o uso de resíduos agrícolas, principalmente como solução para minimizar os impactos ambientais gerados a partir da produção de gado de corte em virtude da alta carga orgânica liberada nas fezes.

Valenti e colaboradores (2023) destacam a digestão anaeróbica com objetivo de reduzir os custos de disposição dos resíduos agroindustriais, evitando seu descarte em aterros sanitários e, conseqüentemente, problemas ambientais. Outras vantagens como, por exemplo, a redução da emissão de gases de efeito estufa (Souza *et al.*, 2020) e a possibilidade da venda de créditos de carbono (Vieira e Polli, 2020), podem ser alcançadas com a produção de biogás a partir dos diferentes resíduos.

Portanto, em um cenário atual, em que são discutidos problemas ambientais a nível global, a introdução de temas como biocombustíveis em sala de aula é fundamental para que o aluno compreenda as questões tecnológicas, ambientais, sociais e econômicas relacionadas a essa fonte de energia (Waechter *et al.*, 2013; Cardoso *et al.*, 2008).

Iniciar esse diálogo por situações-problema do cotidiano, dos conhecimentos prévios e das vivências da turma, contribui tanto para a formação acadêmica quanto para a formação cidadã do estudante, tornando-o capaz de analisar as situações de maneira crítica (Gameleira e Bezerra, 2019). Portanto, essa proposta possibilita que o aluno faça possíveis associações dos conteúdos abordados com seu dia a dia, buscando relações com questões que vão além da sala de aula e que façam a diferença na sua vida e no seu poder de decisão.

Há inúmeros recursos didáticos que podem auxiliar no processo de abordagem dos conteúdos; dentre eles estão os jogos didáticos, que são capazes de balizar o processo de aprendizagem e desenvolvimento, além de possibilitar a abordagem dos conteúdos científicos de modo lúdico, envolvendo a cooperação e a competição em um contexto formativo, estimulando a pesquisa e a busca de conhecimentos (Brasil, 2006).

Há muitos anos, os jogos vêm sendo utilizados com intuito de levar diversão para as pessoas, proporcionando a interação entre os membros, a partir da disputa, para eleger

um vencedor. Essa interação promove relações interpessoais e, quando atrelada a conceitos científicos, estimula a capacidade da argumentação. O jogo pode ser entendido como uma ferramenta de aprendizagem que possibilita o desenvolvimento de diferentes fenômenos relacionados aos aspectos conceituais, lúdicos, sociais e atitudinais, estando o professor no papel do condutor durante o seu desenvolvimento em sala de aula (Barbosa e Rocha, 2022).

Como descrito na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os jogos didáticos proporcionam inúmeros benefícios para o ensino e aprendizagem, auxiliando no desenvolvimento da comunicação, da liderança e do trabalho em equipe. Entretanto, precisam estar integrados a situações que levem à reflexão e à sistematização para que se inicie um processo de formalização (Brasil, 2018).

O emprego de jogos didáticos, como atividades lúdicas de aprendizagem, pode promover maior interesse dos alunos pelas Ciências, além de contribuir significativamente para melhorar o processo de ensino tradicional, que visa apenas a memorização de ideias a partir da transmissão e recepção dos conceitos científicos, sem correlacionar com o cotidiano dos estudantes, tornando a aprendizagem muito distante da sua realidade (Kishimoto, 1995; Soares, 2008; Oliveira, 2010).

Dessa forma, o jogo pode ser utilizado como uma ferramenta complementar para o Ensino de Ciências, especialmente a Química, foco deste trabalho, auxiliando na compreensão de conceitos científicos de forma a propiciar melhor integração dos estudantes em sala de aula (Soares, 2008).

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta a construção e a validação de um jogo didático, intitulado Perfil Sustentável, que aborda a utilização do biogás como combustível. Por meio desse jogo, pretende-se fornecer um material que possa contribuir para a construção do senso crítico dos alunos com base nos aspectos científicos, ambientais, sociais e culturais. O Perfil Sustentável poderá ser empregado em diversos momentos, como na explicação dos conteúdos, na revisão de conceitos ou até mesmo como instrumento avaliativo.

### Aspectos sobre os jogos didáticos

Segundo Soares e Rezende (2021), não há definição universal para o jogo educativo, mas concepções de jogo atreladas à referenciais teóricos/epistemológicos que delinham o percurso formativo no decorrer do jogo.

Ao falar sobre o desenvolvimento de jogos didáticos, é importante mencionar o papel do mediador nesse processo, que é de extrema importância para uma boa interação com o jogo em sala de aula, garantindo assim o equilíbrio entre a função lúdica e a educativa. Sobre essas duas funções,

... os jogos didáticos proporcionam inúmeros benefícios para o ensino e aprendizagem, auxiliando no desenvolvimento da comunicação, da liderança e do trabalho em equipe. Entretanto, precisam estar integrados a situações que levem à reflexão e à sistematização para que se inicie um processo de formalização (Brasil, 2018).

Kishimoto (1995) afirma que a lúdica propicia diversão e estimula a interação por meio da brincadeira, e a educativa está relacionada à aquisição de novos conhecimentos. Entretanto, ambas devem ser desenvolvidas em equilíbrio, pois, se a função lúdica se sobressair, não passará de um jogo, e se a função educativa sobressair, será apenas um material didático.

Nessa perspectiva, Cunha (2012) reitera que um jogo didático só pode ser considerado uma atividade lúdica e educativa, se for norteado por regras claras e coesas:

“É importante ressaltar nesse conceito a presença dos aspectos lúdicos e educativos, mas, sobretudo, a presença de regras claras e explícitas que devem orientar os jogos. Essa característica nos parece fundamental para demarcar uma diferenciação do jogo na escola de outras atividades como jogos educativos, que se diferenciam das atividades didáticas destinadas à sala de aula” (Cunha, 2012).

A presença de regras diferencia os jogos das demais atividades didáticas realizadas em sala de aula e muitas vezes o insucesso no desenvolvimento dos jogos deve-se a má explicação das regras, gerando certa confusão entre os jogadores (Fioresi e Cunha, 2017). Quando o aluno não compreende as regras, há uma perda de interesse pelo jogo, por isso devem ser bem claras e sem muita complexidade, a fim de motivar o estudante, buscando seu interesse pelo desafio e pelo desejo de vencer (Palavezzini e Pedroso, 2016).

Para além das regras, é de extrema importância conciliar a função lúdica do jogo com o referencial teórico, a fim de garantir a sua eficácia em sala de aula e favorecer, de fato, a aprendizagem dos estudantes. Soares e Rezende (2021) justificam que o fracasso de alguns jogos, propostos por professores em sala de aula, geralmente está relacionado com a falta de ensino dos conteúdos científicos e uma forte função tão somente lúdica.

Essa constatação vai ao encontro do que afirmam Rezende e Soares (2019): quando o professor/pesquisador torna a função lúdica prioridade, o jogo passa a ser caracterizado como JEI (jogo educativo informal), cujo objetivo é propiciar momentos de diversão aos estudantes, sem ensinar efetivamente o conteúdo científico, tornando-se um material pedagógico ausente de referenciais teóricos/epistemológicos.

### **Confecção do jogo Perfil Sustentável**

Para a confecção do jogo Perfil Sustentável, utilizamos como referência o jogo *Perfil*, comercializado pela empresa Grow®, composto por um tabuleiro e, a cada rodada, uma carta com um perfil secreto é sorteada e, a partir das dicas,

os jogadores tentam acertar o perfil secreto. Com base na quantidade de dicas fornecidas, o jogador desloca seu peão pelo tabuleiro, vencendo a equipe que chegar primeiro na casa identificada com a palavra “FIM”.

Portanto, para o desenvolvimento deste jogo didático, foi confeccionado um tabuleiro, 30 cartas com os perfis secretos e 2 peões utilizados para acompanhar a pontuação das equipes ao se deslocarem sobre o tabuleiro. Além disso, o jogo original foi adaptado com a inclusão de cartas-surpresa.

#### *O tabuleiro*

Para compor a base do tabuleiro de mesa (Figura 1), utilizamos uma cartolina na cor verde escuro com 50 cm de largura e 66 cm de comprimento. Para destacar as casas que orientam a ordem de deslocamento, utilizamos pedaços quadrados de cartolina na cor verde claro com lados medindo 7 cm, e foram colados sobre o tabuleiro, com cerca de 2,5 cm de distância entre eles. Além disso, as casas foram enumeradas em ordem de 1 a 22, sendo 3 delas destacadas com pontos de interrogação, referindo-se às cartas-surpresa.

Para tornar o jogo mais ilustrativo, foram coladas sobre o tabuleiro, imagens de arquivo pessoal que representam a ordem das etapas da digestão anaeróbia, desde o preparo da amostra até a produção de biogás. Logo abaixo das figuras, foram inseridas as suas respectivas legendas. A ordem do caminho foi feita por meio de setas e por uma representação da mangueira que transporta o biogás até o gasômetro.

a cada rodada, uma carta com um perfil secreto é sorteada e, a partir das dicas, os jogadores tentam acertar o perfil secreto. Com base na quantidade de dicas fornecidas, o jogador desloca seu peão pelo tabuleiro, vencendo a equipe que chegar primeiro na casa identificada com a palavra “FIM”.

#### *As cartas*

As cartas foram confeccionadas utilizando o editor de texto *Word*. Na parte superior das cartas, de maneira centralizada, foi inserido o perfil secreto a ser descoberto pelas equipes com base nas dicas, as quais foram enumeradas de 1 a 4, e escritas logo após o perfil secreto.

Após a impressão, as cartas foram coladas dentro de um suporte padronizado com 20 cm de altura na cor azul que foi dobrado ao meio de modo que, no instante do sorteio, o integrante não pudesse observar o perfil contido na carta.

As cartas surpresa criadas neste jogo contêm bonificações ou penalidades e também foram coladas em um suporte dobrado ao meio. Entretanto, foi utilizada a cor vermelha para diferenciá-las das cartas com os perfis secretos. Para armazenar as cartas com perfil secreto e as surpresas, utilizamos, respectivamente, uma caixa na cor marrom e outra em vermelho. Esse material pode ser observado na Figura 2 (a) e (b). As cartas podem ser observadas no Anexo 1.

#### *Os peões*

Os peões utilizados para o deslocamento das equipes sobre o tabuleiro foram representados por mini biodigestores confeccionados a partir da reutilização de frascos



Figura 1: Tabuleiro de mesa para o jogo Perfil Sustentável.

conta-gotas, em cuja extremidade superior foi inserido um pedaço de fio de energia, a fim de representar a mangueira que conduz o biogás até o gasômetro (Figura 2c).



Figura 2: Imagens do jogo didático. (a) Cartas para o Perfil Sustentável; (b) Caixas para o armazenamento; (c) Peões em forma de biodigestores.

É importante considerar que os materiais utilizados na elaboração do jogo podem ser substituídos por outros, adequando-se à realidade de cada turma.

#### O processo de validação do jogo didático

Após a confecção do jogo didático, fez-se necessário realizar a etapa de validação a partir de uma rodada teste, buscando minimizar as possíveis falhas do jogo na prática, para

que, de fato, o mesmo possa ser considerado um instrumento capaz de auxiliar na construção dos conhecimentos. Cunha (2012) destaca a importância do professor experimentar o jogo antes de levá-lo à sala de aula, ou seja, que ele vivencie a atividade de jogar, mantendo um consenso entre dois aspectos: o motivacional e a coerência.

“Devem-se considerar dois aspectos: o motivacional – ligado ao interesse do aluno pela atividade (equilíbrio entre a função lúdica e função educativa); e o de coerência – ligado à totalidade de regras, dos objetivos pedagógicos e materiais utilizados para o seu desenvolvimento em sala de aula” (Cunha, 2012).

A coerência pode ser verificada por meio da testagem prévia do jogo, na qual o mediador coloca-se no lugar do estudante a fim de observar alguns aspectos como: coerência das regras, nível de dificuldade, conceitos que podem ser explorados durante e após o seu desenvolvimento, bem como o tempo e o material necessário para sua realização (Cunha, 2012).

Para conduzir o processo de validação do jogo didático, utilizaram-se alguns critérios de análise elaborados por Nývák e Souza (2014), que foram adaptados por Simões Neto e colaboradores (2016). Dentre eles, destacam-se: interação entre os jogadores, dimensão da aprendizagem, jogabilidade, aplicação, desafio, limitação de espaço e tempo e criatividade (Nývák e Souza, 2014; Simões Neto *et al.*, 2016). Esses critérios podem ser abordados de modo a garantir a flexibilização do jogo perante o real cenário encontrado na escola, visando sempre garantir maior participação dos alunos para que de fato compreendam a relação do jogo com os conceitos específicos.

Assim, após a elaboração do jogo, uma rodada teste foi realizada com doze estudantes do componente curricular de Estágio Supervisionado II – Ensino Médio, ofertado durante o período noturno no curso de Química – Licenciatura, a fim de verificar se, de fato, esse jogo poderia ser utilizado como recurso didático para o ensino da temática do biogás.

O processo de validação durou, aproximadamente, três horas e, ao final do jogo, as equipes verbalizaram as suas opiniões e sugestões a respeito da composição das cartas e das regras estabelecidas, de forma criteriosa, buscando reduzir as possíveis falhas e promover maior aprendizado. Tais contribuições foram coletadas a partir de registro em diário de campo, a fim de analisarmos cautelosamente as sugestões dos licenciandos durante a reestruturação do jogo didático, de modo a minimizar possíveis problemas durante a sua execução na prática docente em diferentes contextos.

#### *Elaboração das regras do jogo Perfil Sustentável*

A construção das regras do jogo se deu de forma sucinta, com o objetivo de orientar os jogadores durante o processo de validação. Todas as regras podem ser observadas no Quadro 1.

Sugerimos que, para diversificar ainda mais o contato entre os integrantes, a divisão das equipes seja realizada por meio de um sorteio. Apesar de haver um representante por grupo, a resposta final deve ser dada em consenso com os demais integrantes da equipe.

Este jogo foi criado com o intuito de ser utilizado após a explicação dos conceitos sobre a produção de biogás, relacionando-o com aspectos atitudinais, culturais, ambientais, dentre outros, de modo a promover a abordagem de situações presentes no cotidiano da turma. Por isso, antes da validação, foi realizada uma breve explicação sobre os conteúdos presentes no jogo didático e também sobre as regras.

Antes de começar, foi entregue aos grupos uma folha no formato A4 contendo as regras e as pontuações do jogo, como sugerido por Fioresi e Cunha (2017), que afirmam que as regras precisam ser entregues por escrito aos grupos para que eles tenham um material de consulta em caso de dúvidas.

A sala foi dividida em dois grupos com 7 integrantes cada e, após o desenvolvimento, as equipes discutiram entre si alguns apontamentos sobre o jogo. O consenso das discussões foi externalizado verbalmente por meio do diálogo, em que todos tiveram a oportunidade de apontar falhas e sugerir melhorias. A partir dessas constatações, foi possível realizar a reestruturação das regras e da composição do jogo.

#### *Reestruturação do jogo*

A partir da análise crítica dos licenciandos, foi possível compreender que o jogo Perfil Sustentável pode ser utilizado para potencializar o ensino sobre a temática do biogás, mas se fez necessário uma reestruturação nas regras e na composição das cartas, visando melhorar a jogabilidade. Desse modo, analisamos a validação do jogo a partir dos critérios previamente apresentados por Simões Neto e colaboradores (2016), com exceção do critério criatividade, por

Quadro 1: Regras do jogo didático Perfil Sustentável.

Regra 1	Dividir a sala em dois grupos de participantes.										
Regra 2	Escolher um representante para retirar as cartas das caixas e para deslocar o peão sobre o tabuleiro.										
Regra 3	Decidir qual dos grupos iniciará o jogo.										
Regra 4	Iniciar o jogo com o representante sorteando uma carta da caixa marrom (que contém as dicas) e entregar a carta para o mediador.										
Regra 5	Juntamente com a equipe, o representante deve fazer a escolha de uma das 4 dicas.										
Regra 6	A equipe responde a dica e, se o perfil secreto não for acertado na primeira tentativa, o mesmo grupo escolhe outra dica e assim por diante.										
Regra 7	O representante irá deslocar o peão da equipe sobre o tabuleiro, dependendo do número de dicas que lhe foi dado, como no quadro abaixo: <table border="1" data-bbox="1029 725 1453 955"> <thead> <tr> <th>Dicas utilizadas</th> <th>Casas a andar no tabuleiro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Dicas utilizadas	Casas a andar no tabuleiro	1	4	2	3	3	2	4	1
Dicas utilizadas	Casas a andar no tabuleiro										
1	4										
2	3										
3	2										
4	1										
Regra 8	Se a equipe não acertar o perfil secreto, a carta retorna para dentro da caixa e o grupo permanece no mesmo lugar no tabuleiro.										
Regra 9	Se, ao deslocar-se sobre o tabuleiro, a equipe cair nas casas surpresas, o representante deve retirar, imediatamente, uma das cartas contidas na caixa em vermelho e entregar ao mediador para que faça a leitura.										
Regra 10	A segunda equipe inicia a atividade após a primeira descobrir o perfil secreto ou a carta retornar para a caixa contendo as demais cartas do jogo.										
Regra 11	Vence o jogo a equipe que chegar primeiro com o seu biodigestor até a palavra "FIM".										

considerarmos que este jogo não teve como objetivo primário algum tipo de criação pelos estudantes.

#### *Interação entre os jogadores*

Neste tópico discutimos aspectos relacionados à cooperação entre os participantes.

- A quantidade de grupos não deve ser fixada, pois isso dependerá do tamanho das turmas em que o jogo será desenvolvido. Sugere-se que, para ampliar a participação e a interação entre os jogadores, a sala seja dividida em mais de duas equipes, a fim de reduzir o número de integrantes em cada grupo e fomentar a participação ativa de todos os alunos. Vale lembrar que isso poderá gerar maior demanda de cartas.
- Ao passar a vez para outra equipe, sugere-se que o mediador não refaça a leitura das dicas anteriores. Isso requer maior atenção individual e coletiva, na hora da leitura,

reforçando o espírito competitivo e colaborativo entre os membros da mesma equipe.

- Podemos observar, ainda, que a inserção das cartas surpresa (ausentes no jogo *Perfil* original, que serviu de inspiração) criou um suspense entre os jogadores, despertando a curiosidade de uma forma descontraída.

#### Aplicação e jogabilidade

Neste critério discutimos questões pertinentes a variações e readequações na aplicação do jogo.

- Caso a Equipe 1 erre o perfil secreto, a próxima dica não deve ser lida para a mesma equipe, pois isso pode tornar o jogo monótono e cansativo. Desse modo, é interessante que a próxima equipe escolha uma das 3 dicas que ainda não foram lidas. Em caso de erro, a dica pode ser lida para a terceira equipe e, se não houver, a vez retorna para a Equipe 1.
- As cartas não devem retornar para a caixa de onde foram retiradas, pois assim o jogo pode se tornar repetitivo, promovendo o desinteresse dos estudantes.
- Durante o jogo, foi sugerido que o mediador permita a consulta em materiais construídos pelos próprios jogadores como, por exemplo, o caderno de anotações.
- As cartas podem ser classificadas em categorias, de modo a orientar e nortear as equipes a respeito do que se trata o perfil secreto, facilitando assim a interpretação das dicas. Dessa forma, após a validação, foram criadas as categorias: análise físico-química, etapa da biodigestão anaeróbia, fator climático, produção de biogás e forma de energia, que foram escritas no suporte no lado contrário ao de onde a carta foi colada.

Por fim, após a análise dos licenciandos, algumas regras do jogo foram alteradas, em específico as regras 1, 6 e 8, como observado no Quadro 2.

Quadro 2: Regras do jogo alteradas após validação.

Regra 1	Dividir a sala em dois ou mais grupos, a depender do número de alunos na turma.
Regra 6	Se o perfil secreto não for acertado na primeira tentativa, a próxima equipe escolhe outra dica da mesma carta.
Regra 8	Se o perfil secreto não for acertado, as equipes permanecem no mesmo lugar no tabuleiro e as cartas devem ser retomadas ao fim do jogo, para sanar as dúvidas.

#### Desafios e dimensão da aprendizagem

É importante considerar que não se pode afirmar que os licenciandos aprenderam os conceitos desenvolvidos no jogo a partir dessa atividade. No entanto, podemos apontar alguns indícios de contribuições para a construção e mediação dos conceitos a partir da utilização deste jogo didático.

- Segundo os licenciandos, o nível de complexidade das cartas é alto para que o jogo seja realizado sem a explicação prévia dos conceitos envolvidos. Portanto,

reiteramos a importância da explicação dos conteúdos de forma detalhada para que não restem muitas dúvidas no momento do desenvolvimento do jogo. Segundo Cunha (2012), o acúmulo de dúvidas causa um atraso na realização da atividade, fazendo com que as equipes não consigam chegar até o fim do tabuleiro, tornando o jogo cansativo, devido à função educativa se sobressair em relação à função lúdica.

- Caso o jogo seja empregado no Ensino Médio, faz-se necessária a reformulação das cartas, pois estas possuem uma linguagem complexa para esse nível de ensino, sendo mais bem destinadas ao Ensino Superior. Os Licenciandos em Química ainda sugeriram que este jogo pudesse ser utilizado em algumas disciplinas do próprio curso como, por exemplo, Química Ambiental ou Educação Ambiental.

Durante a realização do jogo, algumas cartas apresentaram um elevado grau de dificuldade, fazendo com que as equipes não conseguissem acertar o perfil com as dicas fornecidas. Em sua maioria, esses perfis foram classificados, após a validação, na categoria “etapas da biodigestão anaeróbia” (Figura 3). Tais etapas, apesar de produzidas constantemente por um conjunto de microrganismos de extrema importância para a vida na Terra, são pouco discutidas em nosso cotidiano; portanto, estima-se que, durante a validação, esse erro possa ser justificado pelo curto período de explicação dos conceitos prévios envolvidos, ressaltando a importância de mais aulas explicativas antes do desenvolvimento do jogo na prática.

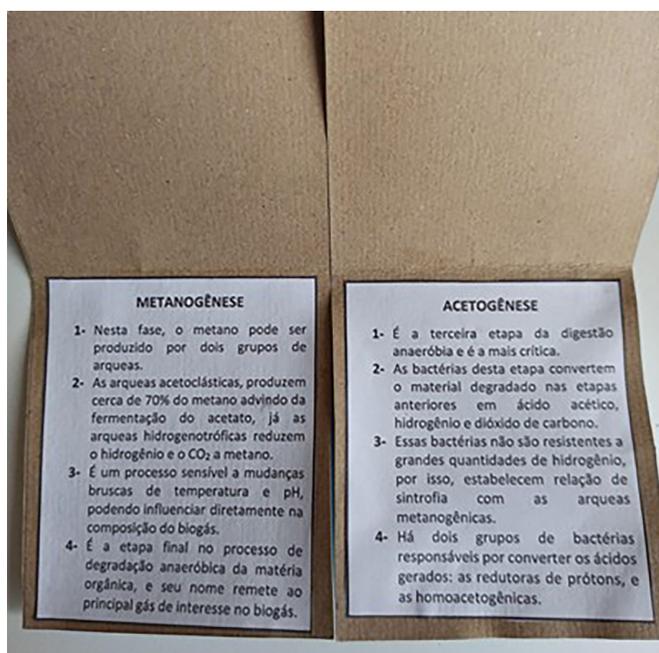


Figura 3: Exemplos das cartas com o perfil sustentável (categoria “Etapas da biodigestão anaeróbia”).

Caso o erro venha a persistir em sala de aula, as cartas devem ser retomadas novamente ao final do jogo didático a fim de sanar todas as dúvidas restantes, buscando compreender as dificuldades dos alunos. Outra sugestão para evitar o

erro é adequar a linguagem das cartas com a turma em que se pretende desenvolver o jogo didático.

Diferentemente das etapas da digestão, alguns perfis secretos são temas frequentemente abordados em nosso dia a dia e apresentaram maior facilidade em serem acertados, como, por exemplo, a categoria “fatores climáticos” (Figura 4). Tais conceitos são abordados desde os anos iniciais nas escolas, além de serem comumente vistos em revistas, jornais e outros meios de divulgação científica, como as redes sociais.

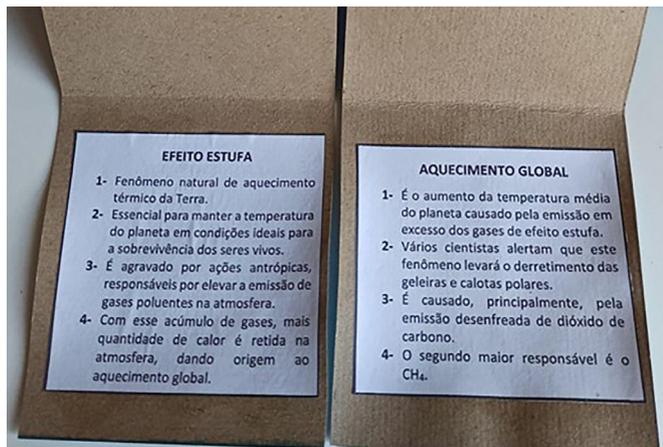


Figura 4: Exemplos das cartas com o perfil sustentável (categoria “Fatores climáticos”).

Nota-se aqui a importância de relacionarmos os conteúdos prévios com os científicos, possibilitando, enquanto mediadores, novos significados ao conhecimento que está sendo apresentado (Agra *et al.*, 2019).

#### Limitações de espaço e tempo

Consideramos que esse critério se associa ao fato de não termos desenvolvido o jogo reestruturado em um segundo momento. Nesse sentido, as discussões realizadas neste trabalho podem auxiliar o desenvolvimento de outras pesquisas.

#### Considerações finais

A longo prazo, os combustíveis fósseis tendem à escassez com a consequente elevação dos preços, além de contribuir para o aumento nos índices de emissão de gases poluentes na atmosfera. Com isso, há necessidade de reformular a matriz energética de modo a substituir esses combustíveis por fontes renováveis de energia. Para isso, porém, é necessário que haja uma conscientização política, social e ambiental, que pode ser estimulada em sala de aula desde os anos iniciais da educação.

Por isso, a utilização do jogo didático Perfil Sustentável torna-se relevante, permitindo explicar a utilização da biomassa como fonte renovável de energia para a produção de biogás, bem como estudar as etapas da digestão anaeróbia, alguns problemas ambientais ocasionados pelo uso excessivo de combustíveis fósseis, outras fontes de energias renováveis,

dentre outros conceitos envolvidos que não são comumente trabalhados em sala de aula.

Pôde-se também, a partir da rodada teste, reestruturar o jogo, possibilitando a alteração de alguns aspectos que dificultavam a jogabilidade, melhorando a interação entre os jogadores e impulsionando a aprendizagem. Cabe ressaltar que, por se tratar de uma proposta, este instrumento didático possibilita adaptações para diversos conteúdos e diferentes contextos de ensino.

**Ana C. Lazaroto** (anaclazaroto@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Realeza-PR. Atualmente é aluna do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Dois Vizinhos-PR. **Eduardo V. Masetto** (eduardo.masetto@hotmail.com), licenciado em Química pela Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Realeza – PR. Atualmente é aluno do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia da Universidade Estadual do Centro Oeste, *Campus* Guarapuava-PR. **Claudia A. Fioresi** (claudia.fioresi@uffs.edu.br), licenciada em Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* Toledo. Possui Mestrado em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* Cascavel-PR e Doutorado em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal da Santa Catarina. Atualmente é professora da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Realeza-PR. **Fernanda O. Lima** (fernanda.lima@uffs.edu.br), licenciada e Bacharel em Química pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí-RS. Possui Mestrado em Química Analítica e Doutorado em Ciências ambos pela Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente é professora da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Realeza-PR. **Clovis Caetano** (ccaetano@uffs.edu.br), licenciado em Física pela Universidade de Taubaté. Possui Mestrado e Doutorado pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Atualmente é professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Realeza-PR. **André L. Gallina** (andregallina@unicentro.br), licenciado e Bacharel em Química pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Possui Mestrado em Bioenergia e Doutorado em Química Aplicada, ambos pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Atualmente é professor da Universidade Estadual do Centro-Oeste, *Campus* Guarapuava-PR. **Letiére C. Soares** (letiere.soares@uffs.edu.br), bacharel em Química Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria. Possui Mestrado em Química e Doutorado em Ciências - área de concentração Química Orgânica, ambos pela Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente é professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Realeza-PR.

#### Referências

- AGRA, G.; FORMIGA, N. S.; OLIVEIRA, P. S.; COSTA, M. M. L.; FERNANDES, M. G. M. e NÓBREGA, M. M. L. Analysis of the concept of Meaningful Learning in light of the Ausubel's Theory. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v.72, n. 1, p. 258-265, 2019.
- BARBOSA, D. M. e ROCHA, T. R. Jogos didáticos em um curso de formação inicial docente em química: aspectos teórico-práticos para a abordagem de conteúdos de físico-química. *Química Nova na Escola*, v. 44, n. 1, p. 45-56, 2022.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>
- BRASIL. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, 2006.
- BUSSADORI, H. S. Fontes de energia e impactos na sociedade contemporânea. *Revista Resgates*, v. 9, p. 105-120, 2019.

- CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D. e PEREIRA, E. A. Biocombustível, o Mito do Combustível Limpo. *Química Nova na Escola*, v. 28, p. 9-14, 2008.
- CIBIOGÁS. Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás. *Panorama do Biogás no Brasil 2021*. Relatório Técnico nº 001/2022. Foz do Iguaçu (PR): CIBiogás, 2022.
- CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.
- DUARTE, V. H.; VALENTINI, M.; SANTOS, G. B.; NADALETTI, W. C. e VIEIRA, B. M. Biocombustíveis: uma revisão sobre o panorama histórico, produção e aplicações do biogás. *Revista Ambientale*, v. 14, n. 2, p. 22-34, 2022.
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *RenovaBio: Biocombustíveis 2030*. Nota Técnica: Papel dos biocombustíveis na matriz, 2017. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-155/EPE%20-%20NT1%20-%20PAPEL%20DOS%20BIOCOMBUST%20C3%8DVEIS%20-%20ARQUIVO%201.pdf>, acesso em fev. 2024.
- FIORRESI, C. A. e CUNHA, M. B. Jogo e lista de exercícios: Um estudo com duas turmas de ensino médio. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, v. 1, n. 2, p. 66-77, 2017.
- GAMELEIRA, S. T. e BIZERRA, A. M. C. Identificação de conhecimentos prévios através de situações-problemas. *Revista Educação, Cultura e Sociedade*, v. 9, n. 2, p. 130-147, 2019.
- GOMES, M. G.; MORAIS, L. C. e PASQUINI, D. Use of membranes for biogas purification: Review. *Holos Environment*, v. 19, n. 3, p. 466-501, 2019.
- KARLSSON, T.; KONRAD, O.; LUMI, M.; SCHMEIER, N. P.; MARDER, M.; CASARIL, C. E.; KOCH, F. F. e PEDROSO, A. G. *Manual básico de biogás*. Lajeado, RS: Editora da Univates, 2014.
- KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. *Pro-posições*, v. 6, n. 2, p. 46-63, 1995.
- KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R. e AMARAL, A. C. (Eds.) *Fundamentals of anaerobic digestion, biogas purification, use and treatment of digestate*. Concórdia, SC: Sbera/Embrapa Suínos e Aves, 2022.
- MILANEZ, A. Y.; GUIMARÃES, D. D.; MAIA, G. B. S.; SOUZA, J. A. P. e LEMOS, M. L. F. *Biogás de resíduos agroindustriais: panorama e perspectivas*. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2018.
- MIRANDA, R. L.; MARTINS, E. M. e LOPES, K. A potencialidade energética da biomassa no Brasil. *Revista de Desenvolvimento Socioeconômico em Debate*, v. 5, n. 1, p. 94-106, 2019.
- MUÑOZ, A. M.; MORENO, O. Y. M.; MOLANO, L. P. C.; HERNANDEZ, H. E.; ZULUAGA, S. C.; ACOSTA, K. Z. e CORREA, F. C. Nano adsorbentes para captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): un enfoque a la purificación del biogás. *Revista Ion*, v. 33, n. 1, p. 57-66, 2020.
- SIMÕES NETO, J. E.; SILVA, R. B.; ALVES, C. T. S. e SILVA, J. C. S. Elaboração e validação de jogos didáticos propostos por estudantes do ensino médio. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 2, n. 2, p. 47-54, 2016.
- NÓVAK, M. e SOUZA, C. E. P. Produção e aplicação de jogos didáticos para a aprendizagem de conteúdos sobre o corpo humano. *Dia a Dia Educação*, v. 10, p. 20, 2014.
- OLIVEIRA, R. J. O ensino das ciências e a ética na escola: interfaces possíveis. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 4, p. 227-232, 2010.
- PALAVEZZINI, S. e PEDROSO, A. P. A Importância dos jogos como estratégia pedagógica no ensino de jovens e adultos na educação especial. In: *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE – Artigos*. Curitiba: Secretaria da Educação do Estado do Paraná, 2016.
- REZENDE, F. A. M. e SOARES, M. H. F. B. Jogos no Ensino de Química: um estudo sobre a presença/ausência de teorias de ensino e aprendizagem na perspectiva do V Epistemológico de Gowin. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 1, p. 103-121, 2019.
- SOARES, M. H. F. B. *Jogos para o ensino de química: teoria, métodos e aplicações*. Guarapari: Ex Libris, 2008.
- SOARES, M. H. F. B. e REZENDE, F. A. M. Concepções teóricas/epistemológicas do jogo e a epistemologia genética de Jean Piaget: delineamentos para um ensino de química lúdico. *Debates em Educação*, v. 13, n. esp. 2, p. 289-305, 2021.
- SOUZA, F. M.; VIANA, E.; JAEGER, J. M. D. S.; CANDIANI, G.; SIMÕES, A. F. e FONSECA FILHO, H. Influência do inóculo na co-digestão anaeróbia de resíduos alimentares e grama. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 11, n. 1, p. 146-156, 2020.
- VALENTI, F.; SELVAGGI, R.; PECORINO, B. e PORTO S. M. Bioeconomy for sustainable development of biomethane sector: Potentials and challenges for agro-industrial by-products. *Renewable Energy*, v. 215, p.119014, 2023.
- VIEIRA, H. G. e POLLI, H. Q. O biogás como fonte alternativa de energia. *Revista Interface Tecnológica*, v. 17, n. 1, p. 388-400, 2020.
- WAECHTER, S. R.; LIMA, T. M.; NUNES, M. M.; HUBERT, M. A.; SILVA, F. P.; PEDROLO, C.; PIRES, F. L. B. e ELLEN SOHN R. M. Biocombustíveis: uma proposta lúdica e interdisciplinar como ferramenta mediadora no ensino de química. *Encontro de Debates sobre o Ensino de Química*, n. 33, p. 1-8, 2013.

**Abstract:** *Sustainable Profile: A didactic game for the development of biogas thematic.* Biogas is a biofuel produced from the degradation of organic matter in the absence of oxygen and has been gaining prominence due to the use of biomass for energy production. Seeking to insert this theme in the school, we developed a didactic game, entitled Sustainable Profile, which aims to stimulate the construction of critical sense from environmental, social and cultural aspects, through problem situations. The game was tested and validated, and after its development, some suggested improvements were implemented, such as: increasing the number of groups to increase participation; classify the cards into categories to facilitate the interpretation of the hints; resume the profiles that were not correct at the end of the game to solve the remaining doubts. This game is a tool to assist in teaching and learning, enabling issues related to the collective reality of society to be addressed, in addition to stimulating group discussions.

**Keywords:** biofuels, science teaching, ludic

<b>Análises físico-químicas</b>		
<p><b>pH</b></p> <p>1) Análise realizada antes e depois da fermentação anaeróbia com intuito de analisar o tamponamento do sistema.</p> <p>2) Na biodigestão, pode ser reduzido pelo acúmulo de ácidos graxos voláteis, associados ao aumento da produção de CO<sub>2</sub> pelas bactérias acidogênicas.</p> <p>3) Escala numérica utilizada para especificar se uma solução aquosa é ácida, neutra ou básica.</p> <p>4) Representado numa escala numérica que varia de 0 a 14.</p>	<p><b>UMIDADE</b></p> <p>1) Primeira análise físico-química realizada para a biomassa, seguida dos sólidos voláteis.</p> <p>2) Realizada a partir do aquecimento da biomassa a 105 °C por <i>overnight</i>.</p> <p>3) Corresponde à perda de peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida.</p> <p>4) Parte da biomassa que não contribui para a produção de biogás.</p>	<p><b>SÓLIDOS VOLÁTEIS (SV)</b></p> <p>1) São os sólidos que predizem a eficiência da digestão anaeróbia.</p> <p>2) Correspondem à porção passível de ser biodegradada pelos microrganismos para ser convertida em biogás.</p> <p>3) É a porção dos sólidos (sólidos totais, suspensos ou dissolvidos) que se perde após a ignição ou calcinação da amostra.</p> <p>4) Análise físico-química que descreve a facilidade que a substância possui em passar do estado sólido para o estado gasoso.</p>
<p><b>SÓLIDOS FIXOS</b></p> <p>1) Obtido a partir da calcinação da amostra por 2 horas a 500°C.</p> <p>2) É o termo aplicado ao produto da calcinação do resíduo total, sendo a matéria suspensa que não é volatilizada.</p> <p>3) Fazem parte dos sólidos totais da amostra.</p> <p>4) Análise físico-química que serve para quantificar o teor de SV a partir da aferição da massa residual da incineração.</p>		
<b>Etapas da biodigestão anaeróbia</b>		
<p><b>METANOGÊNESE</b></p> <p>1) As arqueas acetoclásticas, que produzem cerca de 70% do metano advindo da fermentação do acetato, e as arqueas hidrogenotróficas que reduzem o hidrogênio e dióxido de carbono a metano.</p> <p>2) Nesta fase, o metano pode ser produzido por dois grupos de arqueas.</p> <p>3) É um processo sensível a mudanças bruscas de temperatura e pH, podendo influenciar diretamente na composição do biogás.</p> <p>4) É a etapa final no processo de degradação anaeróbica da matéria orgânica, e seu nome remete ao principal gás de interesse no biogás.</p>	<p><b>ACIDOGÊNESE</b></p> <p>1) Os componentes formados durante a hidrólise são ainda mais divididos durante esta fase.</p> <p>2) É a segunda etapa da digestão anaeróbia.</p> <p>3) São gerados nesta etapa ácidos carbônicos de cadeia curta, ácidos voláteis, gás hidrogênio e gás carbônico.</p> <p>4) Os produtos metabólicos gerados nesta etapa são importantes substratos para as bactérias acetogênicas e para as arqueas metanogênicas.</p>	<p><b>ACETOGÊNESE</b></p> <p>1) É a terceira etapa da digestão anaeróbia e é a mais crítica.</p> <p>2) As bactérias desta etapa convertem o material degradado nas etapas anteriores em ácido acético, hidrogênio e dióxido de carbono.</p> <p>3) Nesta fase, as bactérias não são resistentes a grandes quantidades de hidrogênio, por isso, estabelecem relação de simbiose com as arqueas metanogênicas.</p> <p>4) Há dois grupos de bactérias responsáveis por converter os ácidos gerados: as redutoras de prótons e as homoacetogênicas.</p>
<p><b>HIDRÓLISE</b></p> <p>1) Uma das 4 fases do processo de decomposição e fermentação da biomassa para produção de biogás.</p> <p>2) As macromoléculas biológicas são quebradas por enzimas e dão origem a compostos orgânicos simples.</p> <p>3) É a primeira etapa da digestão anaeróbia.</p> <p>4) É a quebra de uma molécula em fragmentos menores na presença de água.</p>		
<b>Fatores climáticos</b>		
<p><b>EFEITO ESTUFA</b></p> <p>1) Essencial para manter a temperatura do planeta em condições ideais para a sobrevivência dos seres vivos.</p> <p>2) Fenômeno natural de aquecimento térmico da Terra.</p> <p>3) É agravado por ações antrópicas, responsáveis por elevar a emissão de gases poluentes na atmosfera.</p> <p>4) Com esse acúmulo de gases, maior quantidade de calor é retida na atmosfera, dando origem ao aquecimento global.</p>	<p><b>AQUECIMENTO GLOBAL</b></p> <p>1) É o aumento da temperatura média do planeta causado pela emissão em excesso dos gases de efeito estufa.</p> <p>2) Vários cientistas alertam que este fenômeno levará ao derretimento das geleiras e calotas polares.</p> <p>3) É causado, principalmente, pela emissão desenfreada de dióxido de carbono.</p> <p>4) O segundo maior responsável é o CH<sub>4</sub>.</p>	<p><b>CICLO DO CARBONO</b></p> <p>1) Tem início quando as plantas e outros organismos autótrofos absorvem o gás carbônico da atmosfera ao utilizá-lo na fotossíntese.</p> <p>2) É responsável pela renovação da biomassa.</p> <p>3) Nesse processo, o carbono é devolvido ao meio na mesma velocidade em que é sintetizado pelos produtores.</p> <p>4) O consumo de combustíveis fósseis altera o seu equilíbrio.</p>

Produção de biogás		
<p><b>BIODIGESTOR</b></p> <p>1) É uma alternativa tecnológica para o tratamento de resíduos e dejetos.</p> <p>2) Sua classificação é realizada quanto à forma de abastecimento, que pode ser em batelada ou contínuo.</p> <p>3) Estrutura física utilizada para acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica através da ausência de oxigênio.</p> <p>4) Além de tratar resíduos, pode-se obter biogás e biofertilizante com o seu uso.</p>	<p><b>INÓCULO</b></p> <p>1) Além de influenciar na produção de biogás, reduz o tempo de retenção hidráulica do sistema.</p> <p>2) É a suspensão de microrganismos numa concentração adequada, usada para auxiliar o processo de fermentação.</p> <p>3) Fornece uma comunidade adicional de microrganismos típicos da biodigestão anaeróbia.</p> <p>4) São exemplos: dejetos bovinos, lodo de ETE e lodo de biodigestores ativos.</p>	<p><b>BIOMASSA</b></p> <p>1) Fonte de energia renovável.</p> <p>2) Biocombustíveis, biogás e óleos vegetais são produtos derivados dessa fonte.</p> <p>3) Matéria orgânica, de origem vegetal ou animal, utilizada na produção de energia.</p> <p>4) Sua renovação ocorre através do ciclo do carbono.</p>
<p><b>BIOFERTILIZANTE</b></p> <p>1) É obtido a partir da decomposição da matéria orgânica.</p> <p>2) O seu uso pode alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.</p> <p>3) Também é conhecido como chorume orgânico ou adubo líquido.</p> <p>4) Fertiliza o solo e pode ser usado como defensivo agrícola.</p>	<p><b>METANO</b></p> <p>1) Contribui cerca de 20 vezes mais que o dióxido de carbono no aquecimento global.</p> <p>2) É um gás inodoro e incolor.</p> <p>3) É o principal gás de interesse no biogás.</p> <p>4) Sua fórmula molecular é <math>\text{CH}_4</math>.</p>	<p><b>DIÓXIDO DE CARBONO</b></p> <p>1) Quando produzido em excesso, altera o equilíbrio térmico do planeta.</p> <p>2) Vários organismos liberam esse gás no processo de respiração.</p> <p>3) É o segundo gás mais abundante no biogás.</p> <p>4) Formado por dois átomos de oxigênio e um átomo de carbono.</p>
<p><b>TEMPERATURA</b></p> <p>1) É um dos fatores mais importantes na biodigestão anaeróbia e necessita de um controle.</p> <p>2) É o fator determinante para a eficiência do biodigestor e redução do tempo de detenção da matéria orgânica no biodigestor.</p> <p>3) Em um processo anaeróbio, é necessário mantê-la constante, devido ao fato de que as arqueas metanogênicas são sensíveis a variações bruscas da ____.</p> <p>4) Para produção de biogás em reatores, seu valor ideal é entre 35 a 37°C.</p>	<p><b>ARQUEAS</b></p> <p>1) Habitam locais extremos, onde muitos outros organismos não sobreviveriam.</p> <p>2) São divididas em dois grupos: as metanogênicas acetoclásticas e as metanogênicas hidrogenotróficas.</p> <p>3) Microrganismos procariotos que se assemelham morfológicamente às bactérias.</p> <p>4) Realizam a fermentação na ausência de oxigênio para produzir metano.</p>	<p><b>BIOGÁS</b></p> <p>1) Mistura de gases constituída principalmente por metano, dióxido de carbono, nitrogênio, ácido sulfídrico, monóxido de carbono e amônia.</p> <p>2) É produzido a partir da decomposição anaeróbia da matéria orgânica.</p> <p>3) Artificialmente sua formação é acelerada em um equipamento, denominado biodigestor.</p> <p>4) É uma fonte energética renovável, por essa razão é considerado um biocombustível.</p>
<p><b>TRATAMENTO FÍSICO</b></p> <p>1) Tem como função o melhor aproveitamento da biomassa lignocelulósica.</p> <p>2) Modificar a estrutura da biomassa para aumentar a acessibilidade das enzimas à celulose através do aumento da área superficial.</p> <p>3) Não interfere na composição química da biomassa.</p> <p>4) Pode ser realizado em moinho de facas, a fim de reduzir o tamanho das partículas.</p>	<p><b>NITROGÊNIO</b></p> <p>1) É um gás inerte, incolor, inodoro, insípido.</p> <p>2) Inserido nos biodigestores a fim de acelerar a anaerobiose do meio.</p> <p>3) Em temperaturas muito baixas, vira líquido.</p> <p>4) É um nutriente presente em grandes concentrações nos biofertilizantes.</p>	<p><b>GÁS SULFÍDRICO</b></p> <p>1) Presente no biogás em baixas concentrações e é um gás extremamente tóxico.</p> <p>2) É responsável por conferir odor pútrido característico do biogás.</p> <p>3) Mesmo em pequena quantidade, possui alto poder de corrosão sobre ligas metálicas.</p> <p>4) Sua fórmula molecular é <math>\text{H}_2\text{S}</math>.</p>
<p><b>CELULOSE MICROCRISTALINA</b></p> <p>1) Utilizada para validar a atividade do inóculo na biodigestão anaeróbia.</p> <p>2) É um substrato padrão comumente utilizado para produção de biogás.</p> <p>3) Também chamado de controle positivo.</p> <p>4) Após 100% de conversão, esse substrato deve produzir entre 740 a 750 <math>\text{mL}_{\text{normal}}/\text{gSV}</math> de biogás ou 80% desse valor.</p>	<p><b>LIGNINA</b></p> <p>1) Sua estrutura é composta por moléculas amorfas, extremamente complexas.</p> <p>2) É um componente presente na biomassa vegetal que confere rigidez, impermeabilidade e resistência contra ataques biológicos.</p> <p>3) Na biodigestão anaeróbia da biomassa vegetal, a produção de metano é afetada pela sua difícil degradabilidade.</p> <p>4) Tratamentos físico-químicos são aplicados a fim de degradar esse componente.</p>	

<b>Forma de energia</b>		
<p align="center"><b>ENERGIA RENOVÁVEL</b></p> <p>1) Energia obtida por meio de fontes que não geram grandes impactos ambientais negativos.</p> <p>2) Energia obtida de fontes que se regeneram espontaneamente ou através da intervenção adequada do homem.</p> <p>3) Surgiram em função do aumento do consumo de combustíveis e da escassez dos combustíveis fósseis.</p> <p>4) São exemplos: energia solar, eólica, hidráulica, biomassa, geotérmica, oceânica.</p>	<p align="center"><b>ENERGIA TÉRMICA</b></p> <p>1) É uma das formas de energia produzidas a partir do biogás.</p> <p>2) É uma forma de energia que está diretamente associada à temperatura absoluta de um sistema e pode se expressar em forma de calor.</p> <p>3) Utilizada de forma direta para cozinhar, aquecer ou resfriar coisas.</p> <p>4) Exemplo de aplicações: em caldeiras, secadores, aquecedores, motores para geração de energia elétrica e mecânica.</p>	<p align="center"><b>COMBUSTÍVEL FÓSSIL</b></p> <p>1) Formado há milhares de anos a partir da decomposição lenta de animais e vegetais.</p> <p>2) A sua queima traz impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana, como a intensificação do efeito estufa, a formação da chuva ácida, e também problemas respiratórios causados pela emissão de poluentes.</p> <p>3) Dentre os mais utilizados destacam-se o carvão mineral, gás natural, petróleo e seus derivados.</p> <p>4) É a denominação dada a um grande grupo de combustíveis não renováveis.</p>
<p align="center"><b>ENERGIA ELÉTRICA</b></p> <p>1) Uma das formas de aproveitamento do biogás.</p> <p>2) É produzida nas usinas hidrelétricas, e também nas usinas eólicas, solares, termoelétricas e nucleares.</p> <p>3) Com base no Sistema Internacional (SI), é representada em joule (J). Contudo, a unidade de medida mais utilizada é o quilowatt-hora (kWh).</p> <p>4) É o tipo de energia mais utilizado no mundo.</p>		