

QUÍMICA VERDE: DE RESÍDUO ORGÂNICO PARA INDICADOR DE pH.

Antony Gabriel da Silva Queiroz¹
Vitória Soares Vieira¹
Ivogran Soares de Lima¹
Ana Carolina Souza Maia²
Adenilton Camilo da Silva²

RESUMO:

A Química Verde trata reações e processos químicos que visam reduzir ao máximo qualquer dano ao meio ambiente. Nesse sentido, este trabalho visa utilizar cascas de beterraba (*Beta vulgaris*) e cenoura (*Daucus carota*) para extrair os pigmentos presentes nela e assim utilizá-los como indicador ácido base. Dessa forma, reutilizando resíduos sólidos urbanos (RSU) que normalmente iriam diretamente para a compostagem ou para o lixo comum em procedimentos padrões laboratoriais, além de se tratar de um bioindicador orgânico que reduz a toxicidade ao meio ambiente, tornando o processo mais ecológico e barateando o custo. Ademais, possibilita a reutilização das custo, tornando assim o acesso fácil e dinâmico.

PALAVRAS CHAVE: Bioindicadores; Química Verde; pH; Compostagem.

INTRODUÇÃO

Uma das maiores barreiras que impedem o desenvolvimento sustentável em todos os países no Século XXI é o descarte e reutilização de resíduos sólidos urbanos, gerando acúmulo na quantidade de lixo no planeta. Por conseguinte, esse acúmulo gera diversos impactos ambientais e sociais, como a contaminação de lençol freático, rios, solo, atmosfera e também o aumento da concentração de plástico no planeta. Todavia, para essa problemática existem diversas soluções como a reciclagem, redução nas etapas de produção, educação ambiental e até produção de energia através dos gases emitidos pela produção do lixo. Em média, o lixo doméstico no Brasil, 1995, p. 113) é composto por: 65% de matéria orgânica;

¹ Estudante de Tec. em Meio Ambiente Instituto Federal de Pernambuco - IFPE, antony.gabriel01@gmail.com;

¹ Estudante Tec. em Meio Ambiente Instituto Federal de Pernambuco - IFPE, ivogransoares0411@gmail.com

¹ Estudante Tec. em Meio Ambiente Instituto Federal de Pernambuco - IFPE, vitoriasv11vyckybk@gmail.com

² Doutora pelo Curso de Eng. Química da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, ana.maia@garanhuns.ifpe.edu.br

² Doutor pelo Curso de Química Analítica da Universidade Federal da Paraíba- UFPB adeniltoncamilo@gmail.com

25% de papel; 4% de metal; 3% de vidro e 3% de plástico (MUCELIN; BELLINI, 2008 apud JARDIM E WELLS).

Outrossim, o processo de compostagem é uma saída para a redução da quantidade de resíduos industriais, domésticos e utilização dos mesmos de origem orgânica. Segundo MARAGNO; TROMBIN; VIANA, 2007 apud PHILIPPI JUNIOR, 1999; D'ALMEIDA, 2000, p. 355

a reciclagem dos resíduos orgânicos por meio do processo de compostagem tem se constituído no principal meio de retirada da grande quantidade destes resíduos do lixo municipal, uma vez que no Brasil este apresenta uma fração orgânica de aproximadamente 50%.

Nesse sentido, a máxima utilização dos resíduos orgânicos antes de seu descarte viabiliza e diminui o consumo, incentivando um desenvolvimento sustentável.

A Química Verde (QV) consiste em técnicas que visam tornar os processos químicos mais sustentáveis e menos nocivos ao meio ambiente, reduzindo o teor de contaminação e danos. Segundo MOREIRA; AIRES; LORENZETTI, 2017 apud MARQUES et al, 2007; MARQUEZ E SILVA, 2008; ROLOFF E MARQUES, 2015, ZUIN et al. 2015, p. 195 a QV possibilita aos estudantes desenvolverem a criticidade, a responsabilidade pelas suas ações, bem como visualizarem a relevância da sua aplicação quando se trata de solucionar os problemas ambientais.

Dito isso, há diversos meios para indicação do PH dos compostos industriais e cotidianos, podendo ser medido através de reações com outras substâncias ou com pHmetro um desses trata-se da utilização de pigmentos naturais para indicação relacionando a alteração da cor as condições químicas em que eles são adicionados, como CUCHINSKI; CAETANO; DRAGUNSKI, 2010, p.17 que sentencia que, os indicadores ácido-base, ou indicadores de pH, são substâncias orgânicas fracamente ácidas (indicadores ácidos) ou fracamente básicas

(indicadores básicos) que apresentam cores diferentes para as suas formas protonadas e desprotonadas.

A utilização de corantes naturais para indicação de pH são economicamente viáveis e ecologicamente sustentáveis. A beterraba é um destes indicadores naturais pertencente à família Chenopodiaceae, este tubérculo característico por sua coloração intensa devido à presença dos pigmentos betalaínas. As betalaínas são pigmentos hidrossolúveis e divididos em duas classes: betacianina (proporciona a coloração avermelhada) e betaxantina (proporciona a coloração amarelada). Dentre os pigmentos desse tubérculo eles são composto entre 75% a 95% de betamina (CUCHINSKI; CAETANO; DRAGUNSKI, 2010, p.17). O comportamento do pigmento se dá de acordo com a solução química em que está envolvido. Outro indicador natural é a cenoura que pertence à família Apiaceae, que apresenta os pigmentos carotenóides em sua composição.

Assim este trabalho, visa utilizar a casca de beterraba e cenoura, que poderiam ir para a compostagem, para extração dos pigmentos em meio a solução aquosa quente e posteriormente utilizar os pigmentos como indicadores de pH, identificando a concentração do íon através de diferentes faixas de coloração, que não inviabiliza a utilização da matéria orgânica na compostagem posterior a extração os pigmentos. Dessa forma, a utilização de compostos orgânicos para processos químicos viabiliza a reutilização de resíduos orgânicos e torna os processos de indicação de pH mais baratos e sustentáveis já que originalmente os compostos responsáveis para indicar o potencial de hidrogênio de substâncias são artificiais e demoram mais para se decompor no ambiente, já na utilização materiais orgânicos a dissipação e decomposição dos mesmos é facilitada e menos contaminante.

METODOLOGIA

1 Obtenção do extrato e suas reações em soluções:

1.1 Extrato em solução aquosa:

A beterraba utilizada para obtenção dos extratos é da espécie *Beta vulgaris*, em que foram usados 30 gramas de casca de beterraba in natura. Posteriormente, adicionou-se 150 ml de água, aqueceu-se a solução a fervura acionada a um condensador durante 45 minutos,

esperou-se a solução esfriar e se filtrou, sendo posteriormente armazenado em um freezer doméstico.

A cenoura utilizada para obtenção dos extratos é da espécie *Daucus carota*, em que foram usados 23 gramas de casca da cenoura in natura. Posteriormente, adicionou-se 100 ml de água, aqueceu-se a solução a fervera acionada a condensador durante 90 minutos, esperou-se a solução esfriar e se filtrou, sendo posteriormente armazenado em um freezer doméstico.

1.2 Reagentes e soluções:

As soluções foram preparadas com água destilada. Todas as operações foram realizadas em um laboratório climatizado (25+-) °C, onde se localizam instalados os equipamentos de medida. Tanto as soluções de ácido clorídrico quanto a de hidróxido de sódio foram preparadas a concentração de 1 mol L^{-1} . O ácido clorídrico, 9,8 ml de HCl para um solução de 100ml e Hidróxido Sódio, 4 g para 100 ml de água. Posteriormente, dissolvidas para obtenção das variações de pH do 1 ao 14 através do processo de dissolução fracionada, todas preparadas em soluções de 100 ml.

1.3 Indicação de pH e ponto de viragem:

As soluções com pH do 1 ao 14 foram separados em 14 tubos de ensaio cada um contendo 5 ml de cada solução com valor de pH consecutivos, posteriormente adicionou-se 3 gotas do extrato de betamina, corantes naturais presentes na casca da *Beta vulgaris*, em cada tubo e determinou-se a faixa de coloração nos diferentes pH e se efetivou o mesmo procedimento com os carotenóides, corantes naturais presentes na casca da *Daucus carota*. Em seguida, a análise do ponto de viragem foi coordenada com NaOH (Titulado) e $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$ (Titulante), com as concentrações, volumes, massa e massa molar de cada solução presentes na tabela 1, aplicou-se 4 gotas do extrato de betamina na solução de $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$ e deu-se início ao processo de titulação sendo necessário 6,5 ml de NaOH para que a solução chegasse ao ponto crítico alterando seu pH e alterando a estrutura do pigmento. Posteriormente, feito o mesmo procedimento substituindo o extrato de beterraba por a Fenolftaleína e a padronização do NaOH foi de 6,8 ml para que a solução atingisse o ponto crítico.

Tabela 1: Concentração das soluções para ponto de viragem

Parâmetros	Soluções	
Substâncias:	NaOH	$C_8H_5KO_4$
Concentração:	$0,5 \text{ Mol/L}^{-1}$	$0,5 \text{ Mol/L}^{-1}$
Volume:	100 ml	100ml
Massa molar:	40 mol/g	204,22 mol/g
Massa:	4 g	0,7658 g

Fonte: Repertório próprio.

1.4 Instrumentos utilizados:

pHmetro portátil Qualxtron QX110

DESENVOLVIMENTO

O quantitativo de lixo descartado diariamente em escala global chega a ser de mais de 2 bilhões de toneladas anualmente (ONU, 2018). Para controle e tratamento desses resíduos existe no Brasil A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Art. 6º da Lei nº 12.305 de 2010, que confere os seguintes princípios:

Art. 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - a prevenção e a precaução;

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável;

V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta.

Nesse sentido, a reutilização de resíduos pode ser aproveitada de diversas formas, desde a reciclagem e reutilização desses até a produção de biogás através dos aterros sanitários. Todavia, segundo “PNRS” apenas 30 % do lixo do Brasil tem potencial de reciclagem e apenas 3% é reciclado de fato. Por conseguinte, os não reciclados são lançados em córregos, rios, lixões a céu aberto - esses que tiveram o seu período de extinção estendido pela lei, já que deveriam ser substituídos por aterros sanitários em todo o Brasil até o ano de 2014- e também indo parar nos mares e se tornando o maior vilão para a biodiversidade marinha.

Outrossim, a consequência para essa enorme produção de lixo não reciclável é a ausência do consumo consciente da população, já que não há o desenvolvimento sustentável como prática cotidiana dessa, ESTENDER 2008 p. 22, apud CAMARGO 2003, p. 43 cita como definição para o termo também apresentado na Comissão de Brundtland:

Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas.

Dito isso, diversas alternativas de aplicações para os resíduos industriais e residenciais foram criadas com intuito de otimizar a ciclo de vida e reduzir o consumo dos produtos e de matéria prima, dentre essas a Química Verde (QV) que emergiu no intuito de desenvolver estudos e ações científicas ecologicamente corretos, conceituando como tecnologia limpa, MOREIRA; AIRES; LORENZETTI, 2017, p.194 apud AGUIAR et al., 2014, P.1257 afirma que,

A Química Verde tem por objetivo a viabilização de processos e produtos de maneira a evitar ou minimizar o impacto causado ao homem e ao meio ambiente. Os avanços na área visam a aumentar a segurança dos processos e também resolver questões mundiais como a mudança climática, produção de energia, disponibilidade de recursos hídricos, produção de alimentos e a emissão de substâncias tóxicas ao meio-ambiente.

A compostagem é uma técnica que tem como objetivo reutilizar resíduos, especificamente os de origem orgânica transformando esse lixo em adubo e reduzindo a poluição da natureza. Posteriormente, esse insumo natural pode ser utilizado em diversos sistemas agrícolas desde hortas residenciais até sistemas agrícolas latifundiários dependendo

da quantidade de adubo produzido. Essa sendo podendo se englobar no contexto de QV (OLIVEIRA; AQUINO; NETO, 2005, p. 1)

a compostagem é um processo que pode ser utilizado para transformar diferentes tipos de resíduos orgânicos em adubo que, quando adicionado ao solo, melhora as suas características físicas, físico-químicas e biológicas. Conseqüentemente se observa maior eficiência dos adubos minerais aplicados às plantas, proporcionando mais vida ao solo, que apresenta produção por mais tempo e com mais qualidade.

Cotidianamente a química é representada pela mídia como ofensiva e inóspita tanto para sociedade quanto para o meio ambiente, devido ao potencial de contaminação para diversos a substituição de indicadores de pH produzidos artificialmente por indicadores originados de substâncias orgânicos visa reduzir o impacto dos mesmos no meio ambiente. A contaminação por Petróleo é um exemplo, como cita ANDRADE; AUGUSTO; JARDIM, 2010, p. 18, apud CUSTANC et al., 1992

O que se tem notado, nas duas últimas décadas, é que a poluição causada por petróleo e seus derivados tem sido um dos principais problemas ao meio ambiente. Quando ocorre o derramamento de gasolina em solos, por exemplo, uma das principais preocupações é a contaminação das águas subterrâneas, que também podem contaminar, especialmente, os aquíferos que são usados como fontes de abastecimento de água para o consumo humano.

A utilização de compostos e processos químicos ecologicamente sustentáveis através da QV desconstrói essa visão estereotipada sobre a química. Sob essa conjectura, a substituição de indicadores de pH artificiais por pigmentos orgânicos visam viabilizar utilização de substâncias naturais, não contaminantes e de fácil degradação com o meio ambiente, como sentencia CUCHINSKI; CAETANO; DRAGUNSKI, 2010, p. 17, 18, A utilização de um método visual de mudança de coloração com o auxílio de indicadores de pH, é uma forma para identificar a equivalência entre os ácidos de bases. Dessa maneira, o uso da Betamina, pigmento encontrado na casca da *Beta vulgaris*, pode ser utilizado como indicador de pH, já que apresenta cores variadas de acordo com a concentração do íon H^+ e também apresenta ponto de viragem de 6,5 ml de NaOH 0,5 mol/L⁻¹ para C₈H₅KO₄ 0,5 mol/L⁻¹. De maneira análoga, os carotenóides encontrados na casca da *Daucus carota* funcionam também como indicadores ácido-base, apresentando variações de cor em diferentes pH.

A estrutura dos pigmentos definem o comportamento desses de acordo com o reagente em que esses são solubilizados. No processo de extração o quantitativo de pigmentos captados varia de acordo com a solução em que as cascas são imersas, apresentando alternâncias quando extraídos em solução aquosa, Hexano e Éter, todos passados por a mesma técnica de extração quente. Segundo CUCHINSKI; CAETANO; DRAGUNSKI, 2010, p. 17, os indicadores são substâncias capazes de mudar de cor dependendo das características físico-químicas da solução na qual estão contidas. Podem ser classificados de acordo com o mecanismo de mudança de cor ou os tipos de titulação nos quais são aplicados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Mudança de cor em função pH:

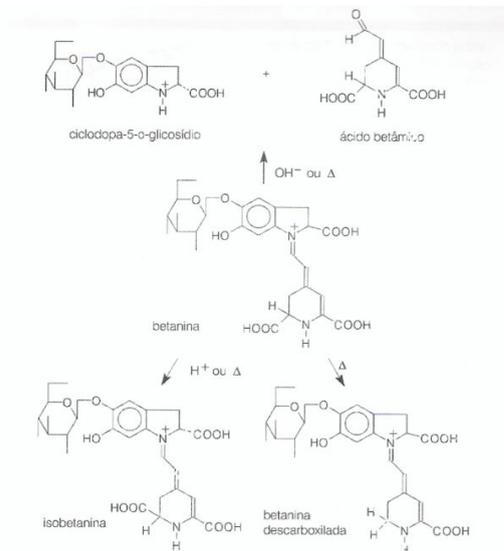
Inicialmente feito a aplicação do extrato aquoso da betamina, pois apresentou melhor extração que componentes orgânicos, em diferentes pH (1 a 14) para observar a coloração. Na figura 1, pode-se observar que o extrato aquoso apresenta faixas de coloração variadas entre rosa, avermelhada e amarelada respectivamente na variação de pH mais ácido para o mais básico (do 1 ao 14). Na faixa de pH 1 a 3 apresentando uma faixa próximo ao rosa, alterando tornando-se mais claro até o vermelho entre a faixa de pH 4 a 10 e alterando para tons amarelados entre a faixa de pH 11 a 14. O comportamento observado é justificado pela isomerização da betanina em função do pH do meio, conforme pode-se observar na figura 2, CUCHINSKI; CAETANO; DRAGUNSKI, 2010. Assim esse indicador natural poderá ser utilizado para evidenciar visualmente diferenças entre os pH abaixo de 3, de 4 a 10 e maior igual a 11.

Figura 1: Mudança de cor em função do pH do indicador natural betamina:



Fonte: Repertório do autor.

Figura 2: Conversão da betamina em função do pH do meio



Fonte: Cuchinski; Caetano; Dragunski, 2010, p. 18.

De forma análoga, a aplicação dos pigmentos carotenóides presentes na casca da cenoura e seu comportamento em diferentes pH (1 a 14). Na figura 3, pode-se observar que o extrato aquoso dos pigmentos apresenta faixas de coloração variando a intensidade da cor amarela. Esse mantendo um tom de amarelo do pH 1 ao 11 e outro tom de amarelo mais intenso do pH 12 ao 14. Nesse sentido, após 24h houve oxidação do pigmento imerso na solução de pH 14 alterando cor de amarelo para verde, mas prossegue caracterizando a diferença entre as faixa de pH anteriormente destacadas, como mostra a figura 4. Assim, esse indicador natural pode distinguir visualmente $\text{pH} \leq 11$ e $\text{pH} \geq 12$. Outrossim, após 24 h o pigmento imerso pode distinguir o pH 14.

Figura 3: Mudança de cor em função do pH dos Carotenóides:



Fonte: Repertório do autor.

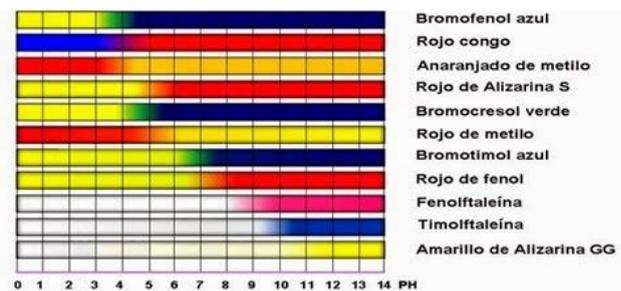
Figura 4: Reação dos pigmentos carotenóides após 24h imersos em soluções ácido-base (pH 1 a 14)



Fonte: Repertório do autor

Os bioindicadores Betamina e o grupo dos Carotenóides apresentam indicações e alternâncias verossímeis respectivamente aos indicadores artificiais Fenolftaleína e Amarelo de Alizarina, como, indica a figura 5. A betamina e a fenolftaleína funciona de forma semelhante, ambas apresentando variações de coloração nas mesmas faixas de pH no ponto de viragem nas mesmas condições em 6,5ml e 6,8 ml de NaOH 0,5mol/L⁻¹ para C₈H₅KO₄ 0,5 mol/L⁻¹ respectivamente o volume do indicador natural e do artificial. A figura 6 evidencia a divergência visual no indicador natural no ponto de viragem antes, (Sendo a solução da direita antes da viragem e a esquerda posterior a viragem). Este processo feito apenas com a Betamina devido a sua maior capacidade de identificação de diferentes pH.

Figura 5: Faixas de coloração de identificação visual dos indicadores ácido-base artificiais:



Fonte: <http://www.comentariostombos.com.br/2014/06/aula-07-conceito-de-mol-e-medida-do-ph.html>, 2019.

Figura 6: Coloração das soluções com Betamina antes e depois da titulação.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O extrato da betamina apresenta resultados promissores para ser utilizado como indicador ácido-base, devido a sua considerável faixa de coloração em diferentes valores de pH destacando soluções com baixos valores de pH (muito ácidos), com valores medianos (próximas da neutralidade) e com valores elevados (alta alcalinidade) e também a fácil visualização na indicação do ponto de viragem. E sua verossimilhança volumétrica e de concentração para indicar o ponto viragem permite que este possa substituir a Fenolftaleína em laboratórios, por o fato de se tratar de uma substância orgânica, não contaminante ao meio ambiente e de fácil decomposição e também por o fato de apresentar com maior precisão e detalhe a indicação de diferentes pH, já que a Fenolftaleína destaca visualmente apenas soluções mais alcalinas e a betamina consegue detalhar melhor a diferença entre ácido-base em sua faixa de coloração. De forma semelhante, os Carotenóides podem substituir em laboratório o indicador artificial Amarelo de Alizarina GG, já que define pH de mesmos valores em sua faixa de coloração, com a vantagem de se tratar de uma substância natural.

Outro ponto de destaque da substituição desses compostos é a viabilidade econômica, já que não vai haver gastos, diante da origem da captação das cascas que normalmente poderiam ser utilizados para a compostagem, utilizando-as e posteriormente continuando viável para o processo de compostagem, retornando o benefício para a população com a produção de insumos orgânicos, aliando e sustentando os pilares do desenvolvimento sustentável.

Assim, há a necessidade da busca de compostos orgânicos ou artificiais que visem neutralizar ou abster os impactos ambientais nos processos químicos, a investigação de como aliar e incentivar a população na produção desses compostos químicos, outras aplicações e durabilidade dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Juliano de Almeida; AUGUSTO, Fabio; JARDIM, Isabel Cristina Sales Fontes. Biorremediação de solos contaminados por Petróleo e seus derivados. **Eclética Química**, São Paulo, Sp, v. 35, n. 3, p.17-43, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Pnrs**. 1. ed. Brasília , DF.

CUCHINSKI, Ariela Suzan; CAETANO, Josiane; DRAGUNSKI, Douglas C.. EXTRAÇÃO DO CORANTE DA BETERRABA (BETA VULGARIS) PARA UTILIZAÇÃO COMO INDICADOR ÁCIDO-BASE. **Eclética Química**, São Paulo, v. 35, n. 4, p.17-23, 2010.

Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0100-4670&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 set. 2019.

ESTENDER, Antonio Carlos; PITTA, Tercia de Tasso Moreira. O conceito do Desenvolvimento Sustentável. **Terceiro Setor**, Guarulhos, v. 2, n. 1, p.22-28, 2008.

MARAGNO, Eliane Spricigo; TROMBIN, Daiane Fabris; VIANA, Ednilson. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Eng. Sanit. Ambient.**, [S.L.], v. 12, n. 4, p.355-360, out. 2007.

MOREIRA, Amanda Magagnin; AIRES, Joanez Aparecida; LORENZETTI, Leonir. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. **Actio: Docência em Ciências**, Curitiba, Pr, v. 2, n. 2, p.193-210, set. 2017.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p.111-124, jun. 2008.

OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; AQUINO, Adriana Maria de; CASTRO NETO, Manoel Teixeira de. Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico. **Circular Técnica 76**, Cruz das Almas, Ba, v. 76, n. 3, p.1-6, 2005.

ONU. **Humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano, diz ONU em dia mundial**. Disponível em:

<<https://nacoesunidas.org/humanidade-produz-mais-de-2-bilhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano-diz-onu-em-dia-mundial/>>. Acesso em: 11 set. 2019.

TOMBOS, Comentários. **Aula 07: conceito de MOL e a medida do pH no ENEM (parte 2)**. Disponível em:

<<http://www.comentariostombos.com.br/2014/06/aula-07-conceito-de-mol-e-medida-do-ph.html>>. Acesso em: 13 mar. 2019.