

Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química – OQSP-2020

http://allchemistry.iq.usp.br/oqsp/OQSP-2020-2-Nanoquimica-Natália_Conde

Autora: **Natália Más Conde**

Profs: Maurício Rodrigues, Thiago Lopes Tassinari e Natália Ruela

Colégio Santa Maria, São Paulo, SP

Nanotecnologia e nanociência: do cultivo da uva à comercialização do vinho

Desde o surgimento da espécie humana, o homem utiliza a sua capacidade lógica para estudar os mais variados fenômenos, desde o comportamento e pensamentos humanos ao movimento dos astros. No entanto, por muito tempo foi pensado que os únicos objetos de estudo possíveis seriam os vivenciados e/ou os visíveis ao olho humano. Os seres humanos são capazes de ver apenas 1/7 de todo o espectro eletromagnético, o que dificulta o estudo de fenômenos que ocorrem em uma escala não alcançada pela visão. Ainda assim, em 1959, o físico Richard Feynman afirmou que, um dia, seria possível visualizar e manipular átomos, o que causou uma revolução na comunidade científica. Feynman foi um dos cientistas que deram início ao que é a base da mecânica quântica: a descrição de fenômenos em escala atômica e celular; e seus pensamentos tiveram influência no desenvolvimento da nanotecnologia.

Nanotecnologia é o termo utilizado para designar o conjunto de técnicas e processos que capacitam a preparação, caracterização e manipulação controlada de átomos ou moléculas para construir novos materiais e dispositivos funcionais em escala nanométrica para aplicações tecnológicas específicas ^(1,2). Esses novos dispositivos - os nanomateriais – têm dimensão da ordem de grandeza de 10^{-9} m de comprimento, e são o objeto de estudo da nanociência, que estuda o controle, a manipulação e fenômenos químicos e físicos da matéria, além de materiais nanoparticulados e suas propriedades. Para se ter uma percepção do tamanho das moléculas, comparar um nanômetro com um metro seria como comparar o planeta Terra com uma bolinha de gude, ou então, deve-se pensar que a barba de um homem cresce em média 5nm por segundo ⁽³⁾. Os processos de estudo dessas moléculas incluem a síntese, capacitação e análise de novos materiais, e têm como objetivo modificar ou desenvolver materiais com propriedades melhoradas ou totalmente novas ⁽⁵⁾.

Com a diminuição do tamanho dos materiais, acontece a alteração de suas propriedades químicas e físicas, como o aumento da área superficial disponível para ocorrência de fenômenos e, conseqüentemente, de seu efeito reacional. O desejo de miniaturização e processamento de um grande número de informações levou ao desenvolvimento de circuitos integrados (nanocircuitos) e dispositivos optoeletrônicos, que permitem a visualização e manipulação da matéria por meio de equipamentos especiais ⁽⁶⁾. A nanotecnologia possibilita construir um material a partir de seus componentes básicos (*bottom up* - sentido ascendente) e/ou a partir da eliminação do excesso de material existente em uma amostra maior (*top down* - sentido descendente), e a utilização de materiais em nanoescala promove melhorias na aplicação do dispositivo ou sistema que explora suas novas propriedades ^(5;10).

Com a invenção do microscópio de tunelamento, na década de 80, e o desenvolvimento do microscópio de força atômica, a tecnologia chamada de “microscopia de sonda por varredura” permitiu que os elétrons fossem vistos individualmente, além de possibilitar arrancá-los e depositá-los em outro ponto de uma superfície ^(6;8). O cristal que permite que se movimente um elétron artificialmente, chamado cristal piezoelétrico, é capaz de converter a pressão em impulsos elétricos e vice-versa, por meio de deslocamentos atômicos em sua estrutura, e a visualização da imagem das moléculas permite a descoberta de informações sobre a natureza e homogeneidade do material e suas propriedades elétricas e magnéticas ⁽⁷⁾.

O governo brasileiro classificou a nanotecnologia como prioridade de estudo e desenvolvimento, e se diz determinado a avançar na área. Ademais, a comunidade científica e o Ministério de Ciência e Tecnologia

argumentam que o país tem potencial para conquistar novos mercados a partir do crescimento e inovação tecnológica ⁽¹⁾. No entanto, o desafio para a nanociência é ganhar relevância social e econômica, tendo que se adequar às demandas governamentais e à política industrial, além de agradar potenciais consumidores. Apesar do envolvimento da nanociência na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos, há a preocupação de como contribuir para os setores mais tradicionais da indústria brasileira, como a agricultura.

A nanotecnologia garante oportunidades aparentemente promissoras para o aumento da competitividade nos níveis nacional e internacional, e melhor desempenho de processos e produtos - e agregação de valor a eles -, mas, por ser um processo extremamente lento tanto na produção quanto no estudo, e por necessitar de materiais e condições muito específicas, a nanotecnologia ainda não é viável para uma produção em série. No entanto, parte desta ciência já está sendo aplicada em setores de produção brasileiros, como a produção de uvas e vinhos, particularmente no estado do Rio Grande do Sul.

No sistema vinícola, a nanotecnologia resultou em um aumento na produção das uvas e incremento na qualidade dos vinhos, além da melhoria da qualidade dos processos de vinificação e acesso a novos produtos por um número maior de consumidores. A implantação dessa tecnologia facilita a rastreabilidade e aperfeiçoa a produção, resultando em algo bastante similar à chamada “agricultura de precisão”. Assim, visando aprimorar suas técnicas, os produtores de uva voltados à produção de vinho têm utilizado os equipamentos e técnicas desenvolvidas com a nanotecnologia e nanomanipulação.

A nanotecnologia presente nos processadores de eletrônicos pode ser adaptada para uso em máquinas utilizadas na produção dos vinhos. A geração de mapas de composição do solo, umidade e temperatura permite o plantio adequado e a monitoração, em tempo real, do nível de nutrientes, levando à definição do período ideal para a colheita, reduzindo perdas e racionalizando a aplicação de insumos. Esses processos já se encontram avançados em escala mundial e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) possui forte atuação no setor ⁽⁹⁾.

O desenvolvimento de nanossensores, que funcionam como um mecanismo de controle de qualidade e melhoria da cultura, permitiu o monitoramento e controle da umidade, temperatura e pH do solo ⁽¹⁰⁾. A nanotecnologia também está envolvida no desenvolvimento de biossensores e transdutores de alta sensibilidade que permitem a identificação e quantificação de compostos químicos, orgânicos, impurezas e/ou alterações na composição dos frutos e solos ⁽⁹⁾. A EMBRAPA desenvolveu também os chamados “filmes nanométricos” - não tóxicos e comestíveis -, que podem ser diretamente aplicados a frutos e sementes, buscando a melhor conservação dos alimentos sem alterar seu sabor ou propriedades originais ⁽¹⁰⁾.

Pesquisadores da Universidade de Adelaide, na Austrália, utilizaram a nanociência para desenvolver um polímero que remove a metoxipirazina – composto que produz aromas “herbáceos” nos vinhos - das uvas. A equipe anexou nanopartículas magnéticas aos polímeros, extraídos utilizando ímãs. A pesquisa foi baseada no trabalho realizado pelo *Australian Wine Research Institute* que, em 2018, desenvolveu um método de separação magnética capaz de separar as proteínas do vinho, ligando-as a polímeros de plasma de ácido revestidos com nanopartículas magnéticas sem afetar os compostos fenólicos da bebida ⁽⁹⁾.

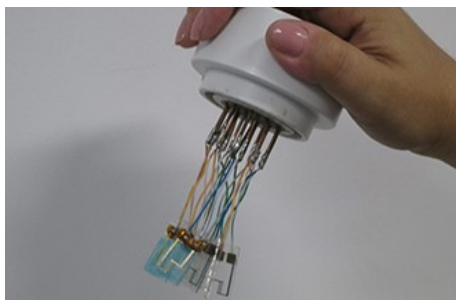


Figura 1. Língua Eletrônica desenvolvida pela EMBRAPA: utilizada no teste de sabor e adstringência de vinhos.

Fonte: www.agropediabrasilis.cnptia.embrapa.br/web/agronano-rede/pesquisa

A EMBRAPA desenvolveu também um sistema sensor, chamado Língua Eletrônica, no qual camadas de macromoléculas produzidas com controle nanométrico, e que apresentam uma grande superfície de contato, permitindo uma sensibilidade 1000x maior que a de uma língua humana, são capazes de identificar sabores e texturas ⁽⁹⁾. O sensor, que usa proteínas salivares para medir a sensação dada pelo vinho, é revestido com partículas de ouro e, ao medir os efeitos da adstringência do vinho no paladar, pode ajudar os produtores a realçar os sabores desejados nos seus produtos.

Dessa forma, os enólogos, ao controlarem os processos de vinificação, podem garantir que a quantidade e a qualidade dos taninos do vinho - polifenol presente nas cascas e sementes das uvas, trazendo a sensação de adstringência ao paladar por meio da combinação com proteínas enzimáticas da saliva - estejam de acordo com o objetivo e padrão de cada tipo de vinho ⁽⁴⁾. A ideia não é substituir o degustador profissional que atua durante a produção vinícola, mas criar uma ferramenta útil ao produtor, para que ele tenha maior compreensão do efeito da adstringência desses taninos sobre o paladar.

Ainda no âmbito da análise dos vinhos, pesquisadores da Rede Nanotecnologia Molecular e de Interfaces desenvolveram dispositivos moleculares por meio de células eletroquímicas e filmes moleculares que funcionam como sensores para sulfitos - antioxidantes capazes de retirar o ar da bebida - em vinhos, com grande potencial para aplicações tecnológicas ⁽⁴⁾. O filme de porfirina do sensor reveste um tubo ligado a um eletrodo e, quando o vinho entra em contato com o sensor, ao escorrer pelo tubo, o eletrodo acusa uma corrente elétrica, por meio da qual, indiretamente, se consegue saber qual a quantidade de sulfito na bebida - quanto mais sulfito, maior a corrente elétrica ⁽⁸⁾.

Os meios de armazenamento do vinho desenvolvidos com a nanotecnologia são capazes de desacelerar o processo de degradação da bebida - por meio da ação de microrganismos manipulados - nas condições de estocagem e conservação. Essas embalagens são, também, capazes de introduzir, durante o envasamento do vinho, elementos que conseguem reter componentes indesejáveis, como corpos cetônicos, que deterioram a sua qualidade, e/ou introduzir compostos - como agentes antimicrobianos -, melhorando as características sensoriais do produto e, conseqüentemente, aumentando o seu tempo de conservação ⁽⁹⁾.

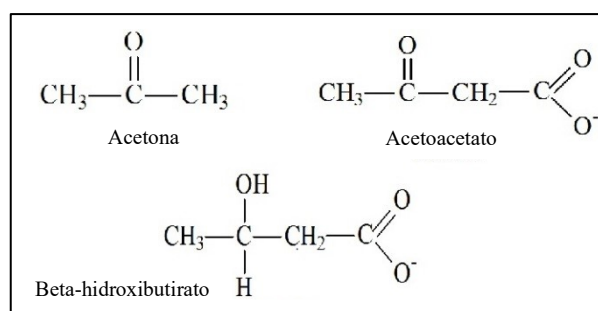


Figura 2. Tipos existentes de corpos cetônicos, que podem estar presentes nos vinhos.

Adaptada por Natália Conde.

Fonte: nutbiobio2010.blogspot.com/2010/12/corpos-cetonicos.html

Reações de oxidação que podem ocorrer na bebida - como a oxidação do etanol, resultado da fermentação dos açúcares naturais da uva, e que pode dar um sabor e odor de vinagre ^(12;13) - são uma das principais responsáveis pela deterioração e redução da vida útil do vinho, pois, além de alterar seu sabor, liberam compostos reativos e tóxicos, que representam um perigo para os consumidores. Por isso, foi implantado no sistema vinícola o uso das chamadas embalagens ativas/inteligentes. Embalagens ativas são aquelas que intencionalmente interagem com o líquido, com o objetivo de melhorar características-alvo, como a limpidez, cor, intensidade, equilíbrio e viscosidade, que acontece devido à tensão superficial e evaporação de álcoois do vinho ⁽¹¹⁾; enquanto embalagens inteligentes podem ser definidas como as capazes de monitorar as condições da bebida ou do ambiente externo à embalagem. ⁽¹⁾.

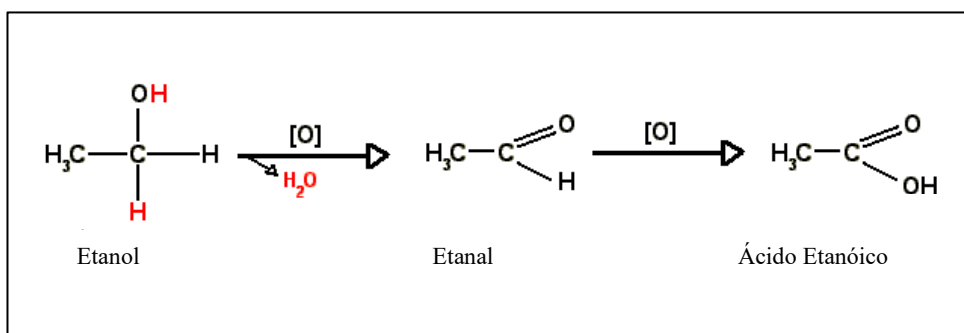


Figura 3. Etapas do processo de oxidação do etanol (C₂H₅OH). Adaptada por Natália Conde.

Fonte: descomplica.com.br/blog/quimica/lista-oxidacao

Levando esses aspectos em consideração, pode-se concluir que a nanotecnologia tem muito a contribuir com o processo de produção e comercialização dos vinhos, independentemente do local de produção. É, de fato, inegável que a nanociência pode aprimorar as etapas de produção, mas há um importante aspecto que precisa ser considerado: o potencial perigo. O conhecimento sobre as consequências do uso da nanotecnologia exige o controle dos novos fenômenos físicos, e não se tem pleno controle sobre essa questão ainda. Por isso, pesquisas adicionais são necessárias para que possamos compreender as consequências - se existirem - para os seres humanos e o meio ambiente quando expostos às nanopartículas, sejam elas manipuladas pelo homem ou não. O mais importante, antes do lucro provindo da utilização dessa tecnologia, é conseguir medir com precisão e compreender os riscos para equacioná-los com os benefícios. Assim, será possível promover o desenvolvimento tecnológico e, ao mesmo tempo, garantir a saúde humana e a proteção ambiental.

Referências Bibliográficas

1. FERNANDES, Maria Fernanda Marques; FILGUEIRAS, Carlos. **Um panorama da nanotecnologia no Brasil (e seus macro-desafios)**. Química nova - volume 31, número 8. 2008.
2. MARQUES, Eduardo Figueira. Da nanociência a nanotecnologia. **Revista de ciência elementar** – volume 2, número 3. 2014.
3. **Matéria de capa – Nanotecnologia**. 2012. Publicado pelo canal TV Cultura Digital. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=myr_nMOFOiw>. (Acesso em 25.out.2019)
4. **Enologia, com nanociência**. Disponível em: <www.tintosetantos.com/index.php/degustando/646-enologia-com-nanociencia> (Acesso em 26.out.2019)
5. MOHALLEM, Nelcy Della Santina; SILVA, Suzeley Leite Abreu; VIANA, Marcelo Machado. Afinal, o que é a Nanotecnologia? Uma abordagem para o Ensino Médio. **Química Nova na escola** – volume 31, número 3. 2009.
6. SCHULUZ, Peter. O que é nanociência e para que serve a Nanotecnologia? **Física na Escola** – volume 6, número 1. 2005.
7. TOMA, Henrique Eisi. A nanotecnologia das moléculas. **Química Nova na escola** – número 21. 2005.
8. **Arquitetos de moléculas**. Disponível em: <revistapesquisa.fapesp.br/2000/12/01/arquitetos-de-moleculas> (Acesso em 26.out.2019)
9. **Pesquisadores querem tirar defeitos do vinho usando nanotecnologia**. Disponível em: <revistaadega.uol.com.br/artigo/pesquisadores-querem-retirar-defeitos-da-bebida-usando-nanotecnologia_12030.html> (Acesso em 26.out.2019)
10. **Nanotecnologia**. Disponível em: <www.embrapa.br/tema-nanotecnologia/nota-tecnica> (Acesso em 26.out.019)
11. **Degustação de vinhos**. Disponível em: <www.academiadovinho.com.br/_mod_deg_etapas.php> (Acesso em 31.out.19)
12. **Álcool ou Etanol? Qual você bebe?** Disponível em: <quiprocura.net/w/2019/06/17/alcool-ou-etanol-qual-voce-bebe> (Acesso em 13.nov.2019)
13. **Oxidação de álcool primário**. Disponível em: <educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/oxidacao-alcool-primario> (Acesso em 13.nov.2019)