

ISSN 2236-0476

ESTUDO DA VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE POLI-O-METOXIANILINA (POMA) INTERCALADA EM SOL-GEL DE PENTÓXIDO DE VANÁDIO (V_2O_5) PARA USO EM SENSORES DE AMÔNIA

José Paulo Baddini Oliveira Andrade*¹ (PQ), Mirela Castro Santos^{2,3} (PQ), Rodrigo Fernandes Bianchi (PQ)² e Elidia Maria Guerra¹ (PQ).

1 Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ – Ouro Branco-MG (josepaulobaddini@gmail.com).

2 Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP – Ouro Preto-MG.

3 Universidade Federal de Viçosa – UFV – Viçosa-MG.

Introdução

No Brasil, país essencialmente agrícola, a produção agropecuária tem se destacado na balança comercial. O setor avícola vem crescendo e se destacando nas exportações de *comodities*, a carne de frango, em 2012 atingiu 13 milhões de toneladas produzidas e US\$ 8,2 bilhões nas exportações. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de carne de frango e o maior exportador do mundo, com 3,9 milhões de toneladas exportadas em 2012 e ainda contando com um forte mercado interno, com um total de cerca de 9 milhões de toneladas⁸ (Relatório Anual 2012 - UBABEF). Conclui-se com esses dados que a produção avícola no país é de grande importância ao crescimento econômico, além de ser importante fonte de receitas ao país (no mercado interno e externo), pois, do total produzido no país, aproximadamente 69% são destinados ao consumo interno, gerando ainda empregos e renda. O Brasil apresenta uma dinâmica diferente para consumo de proteína animal, ao contrário do resto do mundo a produção de proteína animal é dominada pelas carnes de frango com 41,31% do total nacional⁹. Porém, mesmo o Brasil sendo a sexta maior economia do mundo atualmente, é apenas o 31º colocado entre os 105 países que integram o índice global de segurança alimentar³⁻⁶ desenvolvido pela EIU (*Economist Intelligence Unit*). Com as exigências cada vez mais acirradas do mercado internacional quanto aos padrões de qualidade dos alimentos em questões de segurança alimentar e informações de rastreabilidade, aumentam as pressões legais, socio-ambientalmente respaldadas, quanto aos padrões sanitários exigidos do setor produtivo. A legislação Brasileira⁵, através do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, impõe como parâmetro de limite da concentração de gás amônia (NH_3) o valor de 20 ppm em ambientes de trabalho como determinante de insalubridade. Nesse sentido, pesquisas¹⁻⁴ têm comprovado a influência das condições ambientais adversas aos animais (aves) e ao homem. Ainda, segundo Owada⁷ (2007), a partir de 5 ppm já começam os efeitos negativos aos animais, como doenças respiratórias, queda da qualidade de carcaça, perdas de peso e até a morte. Com base em estudos²⁻¹⁰ de materiais híbridos, formando compósitos de Pentóxido de Vanádio (V_2O_5) associado à polímeros, como poli-o-metoxianilina - POMA, sabemos que ocorre a reação de intercalação entre esses elementos, e estes materiais híbridos apresentam efeitos sinérgicos quanto às suas características físico-químicas e possuem sensibilidade à amônia. O objetivo deste trabalho é estudar qual concentração molar deste polímero (POMA), associado ao pentóxido de vanádio

ISSN 2236-0476

(V_2O_5), que melhor responderá às diferentes concentrações do gás amônia (NH_3) em níveis de detecção entre zero (0) e vinte (20) ppm, baseados em testes elétricos, ou seja, a variação da impedância (Ω), quando submetidos à corrente elétrica (AC) de 1,5 Volts.

Materiais e Métodos

O sol-gel de pentóxido de vanádio (V_2O_5) foi preparado a partir de uma solução aquosa de metavanadato de amônio [$(NH_4)_3VO_4$] $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ (figura 1) percolada numa coluna de resina de troca iônica (Dowex 50x8) na forma ácida (pH~2), obtendo-se uma solução transparente de coloração amarela do ácido polivanádico (HVO_3) que, através de uma reação auto-catalítica, transforma-se em pentóxido de vanádio (V_2O_5) após cerca de uma semana, que é uma solução viscosa e de coloração vermelho-amarronzada (figura 2).



Figura 1: Solução de ortovanadato de amônio [$(NH_4)_3VO_4$] $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$, em béquer (vista de cima).



Figura 2: Solução de ácido polivanádico (HVO_3) já transformada em pentóxido de vanádio (V_2O_5).

Em seguida foram realizadas as reações de intercalação adicionando-se o pentóxido de vanádio à espécie monomérica (o-metoxianilina - OMA) nas concentrações: 1,0 / 5,0 e 8,8 ($\times 10^{-3}$) mol.dm^{-3} ; e ainda, 1,0 ($\times 10^{-2}$) mol.dm^{-3} ; e, finalmente 1,0 ($\times 10^{-1}$) mol.dm^{-3} , respectivamente chamadas de POMA 1, POMA 2, POMA 3, POMA 4 e POMA 5. Ambos os monômeros encontravam-se em solução aquosa de H_2SO_4 $0,2 \times 10^{-1} \text{ mol.dm}^{-3}$. A mistura dos materiais em questão, inorgânico/orgânico permaneceram em agitação constante para reação por um período de cerca de 48h. Obteve-se assim os compósitos híbridos, de coloração esverdeada, que foram depositadas em vidros laboratoriais (tipo 'vidro de relógio') e secos à temperatura ambiente ($\sim 25^\circ\text{C}$), as quais posteriormente foram analisadas em Difração de raios X (DRX).

ISSN 2236-0476

Foram realizadas também medidas elétricas destes compósitos híbridos, após serem depositados em lâminas de vidro e secas à temperatura ambiente ($\sim 25^\circ\text{C}$) por 48h, para se avaliar as respostas elétricas, de impedância (Ω), sob diferentes concentrações de amônia (NH_3), precedentemente a saber: 0 (zero) ppm, 10 ppm e 20 ppm.

Resultados e Discussão

As difrações de raios X (DRX) das amostras dos compósitos $\text{V}_2\text{O}_5/\text{POMA}$ 2 e $\text{V}_2\text{O}_5/\text{POMA}$ 4 corroboram com um aumento da distância interlamelar das camadas do pentóxido de vanádio (V_2O_5), comprovando que ocorreu uma intercalação entre essas substâncias formando um composto orgânico-inorgânico (híbrido) e, que o aumento da concentração do monômero (*o*-metoxianilina - OMA), fez com que esse espaçamento interlamelar aumentasse ainda mais, conforme figura 3.

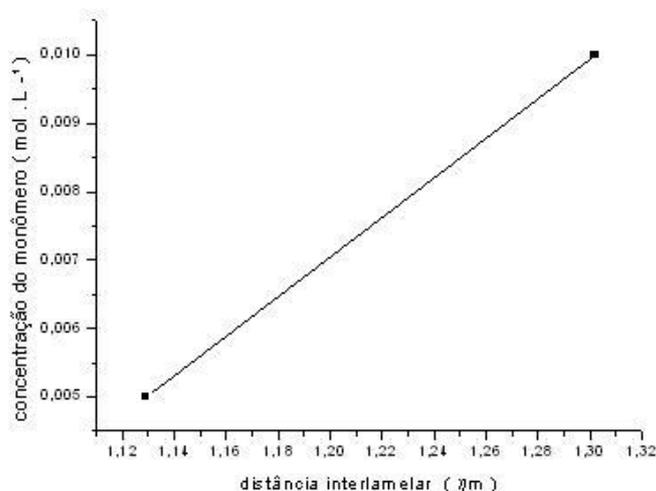


Figura 3: Variação da concentração de POMA (2 e 4) + V_2O_5 (y) relacionada com a distância interlamelar (x).

O difratograma do material híbrido revelou também a presença de picos largos, sugerindo que o material tem baixa cristalinidade. Os valores assinalados na figura 4 informam as distâncias entre as camadas do pentóxido de vanádio (distâncias interlamelares) nessas duas concentrações avaliadas da POMA, sendo que para a amostra POMA 2 ($5,0 \times 10^{-3}$ mol.dm⁻³), temos que o valor da distância interlamelar foi $d = 1,129$ nm, e para a amostra POMA 4 ($1,0 \times 10^{-2}$ mol.dm⁻³), o valor dessa distância foi de $d = 1,302$ nm.

ISSN 2236-0476

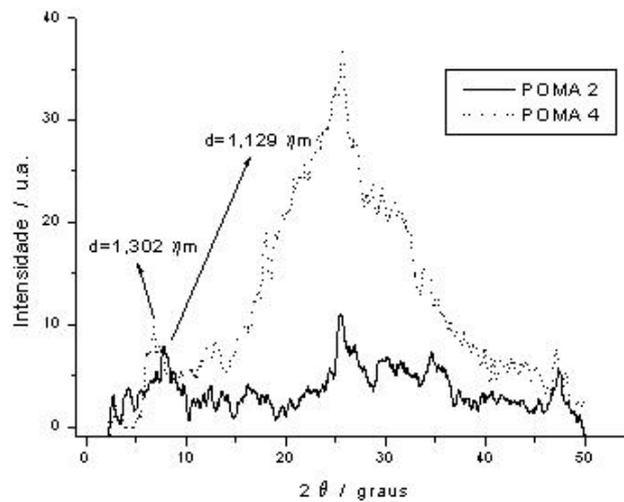
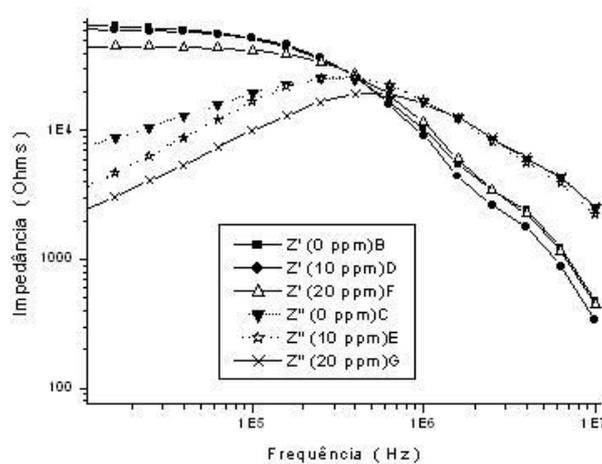


Figura 4: Difratoograma de raios X das amostras dos compósitos $V_2O_5/POMA 2$ e $V_2O_5/POMA 4$. As medidas elétricas de impedância (Ω) obtidas das amostras dos compósitos $V_2O_5/POMA$ foram obtidas usando o aparelho 'Solartron 1260' com respostas à uma amplitude de freqüências de 1 Hz a 10 MHz (1×10^7 Hz), sob uma voltagem de 1,5 Volts (AC). Para monitorar as respostas elétricas das amostras (sensores) dos compósitos em função da concentração do gás amônia foi usado uma câmara de fabricação caseira à temperatura ambiente ($\sim 25^\circ C$). A mistura de amônia/ar foi injetada nesta câmara à razão de $1 \text{ ppm} \cdot \text{min}^{-1}$. E ainda um sensor de alta performance de difusão eletroquímica de ammonia (aparelho modelo Instrutherm DG-200) foi usado como mecanismo de referência para monitoramento do nível de gás amônia nesta câmara para comparar a acurácia do sensor $V_2O_5/POMA$ em contraste com este equipamento usual do mercado, que atua na detecção de amônia na faixa entre 0 (zero) a 100 ppm, com um tempo de resposta de cerca de 30 s.



ISSN 2236-0476

Figura 5: Impedâncias (Ω) (Z' = real e Z'' = imaginária), em relação à NH_3 (0 a 20 ppm) da POMA 2.

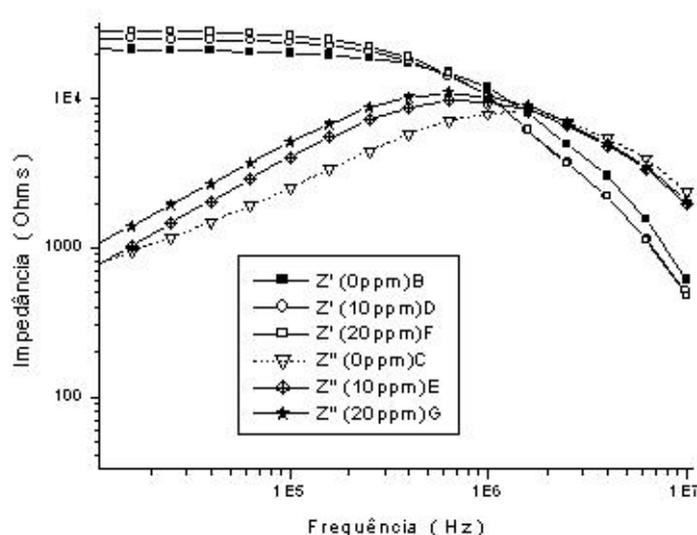


Figura 6: Impedâncias (Ω) (Z' = real e Z'' = imaginária), em relação à NH_3 (0 a 20 ppm) da POMA 4. Através dos gráficos podemos relatar que houve mudanças nas respostas das amostras conforme as concentrações de amônia foram aumentando (0 a 20 ppm), ainda serão testadas outras concentrações do monômero e mais variações de concentrações da amônia (NH_3) (0 a 50 ppm) para melhores avaliações quanto à sensibilidade dos materiais híbridos.

Conclusões

Os dados ainda são preliminares, pois restam testar algumas variações nas concentrações dos polímeros (POMA e PANI), associados ao pentóxido de vanádio (V_2O_5), e suas respectivas respostas elétricas, mas através dos resultados obtidos até o momento podemos afirmar que há diferenciação nas respostas elétricas das amostras em baixas concentrações de amônia (até 20 ppm), além das características físicas serem melhores do material híbrido (vanádio + monômero) em relação ao composto único, o que já significa que parte dos objetivos deste projeto foram atingidas com êxito.

Posteriormente, serão testadas eletricamente as amostras relativas às outras três concentrações propostas do polímero (POMA), associado ao pentóxido de vanádio (V_2O_5), a fim de se obter mais referências comparativas entre as outras concentrações desses materiais híbridos (orgânicos-inorgânicos) e suas sensibilidades à amônia (NH_3). Serão também avaliadas as respostas relativas à diferentes concentrações de polianilina (PANI), uma vez que esta possui características físico-químicas semelhantes ao monômero já em estudo (POMA), para que se possa chegar à conclusões mais aprofundadas no tema em estudo.

Agradecimentos



Referências Bibliográficas

- 1) da SILVA, R. B. T. R.; I. A. Nääs; N. Silveira; D. J. de Moura; Insalubridade do Trabalhador na Produção Animal: uma questão de educação e Informação em <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/prod-animal.pdf> acesso em Novembro, 2012.
- 2) HAMDAN, O. H. C., Preparação e caracterização de sol-gel de pentóxido de vanádio seguido de reação de intercalção de polianilina para uso em sensores de amônia. 2012. 7p. Relatório final de Iniciação Científica (Engenharia Química) – Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ-CAP, 2012.
- 3) <http://www.porkworld.com.br/noticias/post/infraestrutura-e-pib-per-capita-limitamseguranca-alimentar-no-brasil>, acesso em Dezembro, 2012.
- 4) JONES, E.K.M. et al, *Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience*, *Applied Animal Behaviour Science*, v.90 p. 293–308, 2005.
- 5) MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, Norma Regulamentadora 15, anexo 11, quadro 1, Tabela de Limites de Tolerância, atualizada pela Portaria SIT n.º 291, de 08 de dezembro de 2011.
- 6) Nääs, I. A. de, 6º Encontro Mercolab de Avicultura - Cascavel, 2008.
- 7) OWADA, A.N.; I. A. de Nääs, D. J. de Moura, M. S Baracho, Eng. Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 611-618, 2007.
- 8) Relatório Anual 2012 – União Brasileira de Avicultura (UBABEF).
- 9) SANTOS Filho, J. I. dos, A Sustentabilidade Econômica e Social da Produção de Frangos e Suínos em Santa Catarina e no Brasil. Palestra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL - Chapecó, SC – 29 a 31 de Maio, 2012.
- 10) VALVERDE, S. A., Preparação e caracterização de sol-gel de pentóxido de vanádio seguido de reação de intercalção de poli -o-metoxianilina para uso em sensores de amônia. 2012. 6p. Relatório final de Iniciação Científica (Engenharia Química) – Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ-CAP, 2012.