



<https://doi.org/10.15202/1981996x.2016v10n3p36>

AVALIAÇÃO DE FARINHAS DE TRIGO POR RELAXOMETRIA

EVALUATION OF WHEAT FLOUR BY RELAXOMETRY



MARIA INÊS BRUNO TAVARES

Professora Titular do Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA) da
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ),
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
mibt@ima.ufjf.br

LÍVIA RODRIGUES MENEZES

Mestre e Doutoranda em Ciências e Tecnologia de Polímeros pelo Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA) da
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ),
Rio de Janeiro, RJ, Brasil

PAULO SÉRGIO RANGEL CRUZ DA SILVA

Mestre e Doutor em Ciência e Tecnologia de Polímeros pelo Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA) da
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ),
Rio de Janeiro, RJ, Brasil

GABRIELA DOS SANTOS DAVI

Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA) da
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ),
Rio de Janeiro, RJ, Brasil

ANNE CAROLINE DA SILVA ROCHA

Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA) da
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ),
Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

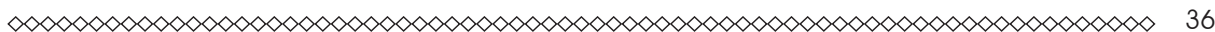
Farinhas de trigo foram avaliadas in natura por relaxometria, empregando o núcleo de hidrogênio, tendo como foco a determinação dos domínios principais formadores da composição química e organizacional destas farinhas. Esse estudo se baseou no fato do trigo não só ser a maior fonte natural de amido como também no largo uso diário de produtos alimentícios gerados a partir deste. O uso da relaxometria advém do fato desta técnica permitir estudar o material in natura, ou seja, sem a necessidade de se fazer tratamentos físico ou químico anteriormente. Além disso, as análises são não destrutivas e os resultados muito informativos para estes tipos de materiais, em face da heterogeneidade e complexidade das amostras.

Palavras-chave: Farinhas de trigo. Relaxometria. Composição química e organizacional.

ABSTRACT

Wheat flours were evaluated in natura by relaxometry, using the hydrogen nucleus, focusing on the determination of the main domains that formed the chemical and organizational composition of these flours. This study was based on the fact that wheat is not only the largest natural source of starch but also in the wide daily use of food products generated from it. The use of relaxometry comes from the fact that this technique allows to study the material in natura, that is, without the need of the physical or chemical treatments previously. In addition, the data are non-destructive and the results are very informative for these types of materials, due to the heterogeneity and complexity of the samples.

Keywords: Wheat flour. Relaxometry. Chemical and organizational composition.



1 INTRODUÇÃO

A espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN) compreende várias técnicas e dentro desta está a relaxometria, que é uma ferramenta muito potente no estudo de caracterização de materiais sólidos complexos e heterogêneos, como os amidos, por exemplo. Esta técnica permite avaliar os materiais poliméricos e obter destes muitas informações acerca da relação estrutura-propriedade-organização. As variadas técnicas de RMN diferenciam-se entre si principalmente por diferentes sequências de pulsos, que são capazes de gerar respostas distintas permitindo obter dados em diferentes escalas de tempo. Assim, esta área é muito promissora para o desenvolvimento de novos métodos analíticos empregando a relaxometria que permite grande conhecimento em diversas áreas, incluindo os alimentos [1-15].

Quando o material é natural e possui baixa solubilidade, como, por exemplo, os amidos, farinhas e polissacarídeos, o estudo da relação morfologia-propriedade é de grande interesse, para entender o comportamento destes materiais pelas respostas relacionadas à interação entre os componentes, pois devido a sua complexidade é fundamental que não sejam perdidas as informações de organização estrutural e interações entre os componentes destes sistemas [5-15].

Para esses estudos a determinação dos tempos de relaxação spin-rede, com constante de tempo (T_1H) e spin-rede no eixo rotatório, com constante de tempo T_1H , propicia a geração de informação sobre a relação da morfologia/propriedades desses materiais, o que faz com que o uso da relaxometria seja bastante atrativo para o estudo e entendimento do comportamento dos polissacarídeos e amidos, visto que os tempos de relaxação geram respostas em nível molecular [1-5, 7,8].

Os tempos de relaxação envolvem o mecanismo pelo qual ocorre o processo de relaxação de núcleos atômicos dos materiais após terem sido submetidos à ação da radiofrequência, que é fraca e seletiva. O ambiente químico, o teor de umidade e as interações existentes nestes materiais interferem no processo de relaxação podendo assim, ser detectados

por esta técnica. Geralmente quando o material se torna mais rígido em face de interações fortes, como por exemplo, ligação de hidrogênio, o valor do parâmetro de relaxação T_1H diminui indicando que ocorreu uma redução de mobilidade molecular no sistema. Tal resultado pauta-se na diminuição da proximidade espacial das cadeias que restringe a mobilidade molecular [14-18].

O tempo de relaxação denominado spin-rede (T_1H) por sua vez, relaciona-se mais intimamente com o retorno dos spins ao seu estado fundamental através de um processo entálpico onde a energia dos spins é passada para toda a rede que conforma o material, sendo então transformada e dissipada na forma de movimentos rotacionais e translacionais da molécula. Assim, o T_1H é capaz de indicar alterações na mobilidade molecular em face das interações intermoleculares e distribuição dos componentes do material, de forma que nessa constante de tempo tem-se que tempos mais longos se referem a domínios mais rígidos enquanto tempos mais curtos indicam maior mobilidade [15-18].

De acordo com o exposto, este trabalho teve dois objetivos principais, o primeiro foi entender o comportamento da estrutura organizacional dos componentes das farinhas de trigo; o segundo, diz respeito ao emprego da técnica de relaxometria, via determinação do tempo de relaxação T_1H para entender melhor esses tipos de alimentos complexos.

2. EXPERIMENTAL

A determinação do tempo de relaxação spin-rede do núcleo de hidrogênio foi realizada em um equipamento Maran Ultra 23, de 23MHz de frequência para o núcleo de hidrogênio da Oxford. A técnica empregada foi as medidas dos valores de relaxação à inversão-recuperação ($180^\circ - \tau - 90^\circ$) utilizando uma faixa de valores de τ variando de 10 a 5×10^7 com pulso de 90° de $7,5 \mu s$, com 64 repetições por 4 ciclos de fase de cada ponto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de relaxação para as diferentes farinhas avaliadas estão listados na Tabela 1 - T_1H a partir de uma exponencial e na Tabela 2 - T_1H a partir de duas exponenciais.

Tabela 1 – Valores de Relaxação das farinhas obtidos após o decaimento de uma exponencial

Farinhas Tipo	T_1H 1exp (ms)
A	71
B	64
C	72
D	73
E	69
F	77

FONTE: (AUTORES, 2016)

A partir dos valores de T_1H , obtidos de uma exponencial, tem-se que a tendência do comportamento das farinhas, quanto a sua dinâmica molecular, gerada pela organização dos seus constituintes, mostra que estas, de forma geral, apresentam comportamento aleatório independentemente de sua origem, devido principalmente à organização estrutural, que está vinculada ao teor de umidade presente nestas farinhas. Comportamento similar foi observado para as farinhas da semente do cumbaru [16] e das farinhas de mandioca de diferentes regiões de um mesmo estado do Brasil [18].

Tabela 2 – Valores de Relaxação das farinhas obtidos após o decaimento de duas exponenciais

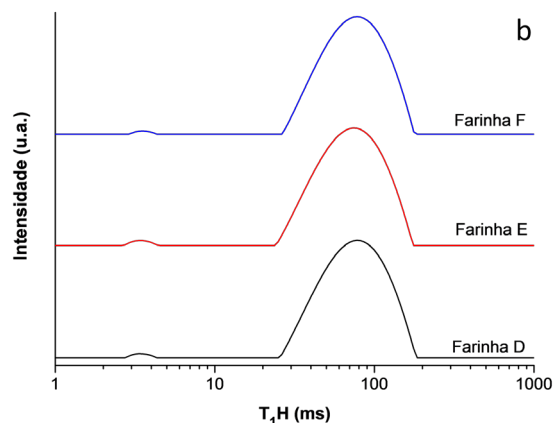
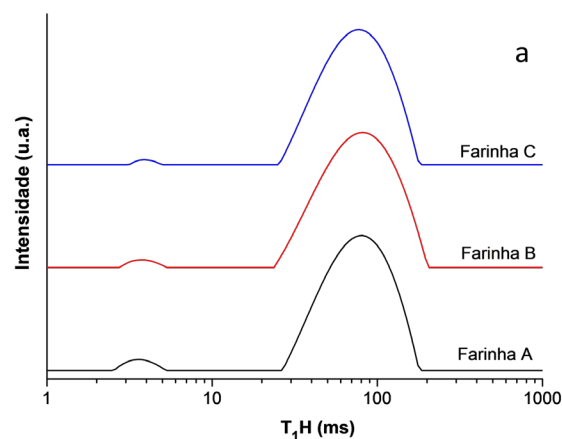
Farinhas tipo	T_1H 1exp (ms)	
	$T_{1,1}H$	$T_{1,2}H$
A	7	80
B	6	82
C	9	78
D	10	79
E	9	75
F	11	83

FONTE: (AUTORES, 2016)

Avaliando as distribuições das curvas de domínio ou segmentos dos tempos spin-rede (Figura 1) para as diferentes farinhas de trigo avaliadas, tem-se que todas as farinhas apresentam dois domínios principais. O primeiro caracteriza-se por ser de menor mobilidade ($T_{1,1}H$), que corresponde a relaxação do hidrogênio das moléculas de água, oriundas da umidade inerente às amostras; e um segundo domínio/segmento com tempos de relaxação mais longos ($T_{1,2}H$), referente aos polissacarídeos, fibras e outros componentes que conformam a parte rígida da amostra. Tal fato ocorre devido aos seus constituintes, que geram uma organização e interações intermoleculares distintas. Tem-se que há uma tendência de comportamento dife-

renciado entre as farinhas de origem brasileira e as de origem estrangeira. Isso se deve tanto ao teor de umidade, quanto a sua distribuição, o que conseqüentemente afeta as interações entre os constituintes, além é claro, da organização estrutural dos componentes, em face da cristalinidade ou heterogeneidade das mesmas [19,20].

Figura 1 – Curvas de domínio das farinhas avaliadas (a) A-C e (b) D-F



FONTE: (AUTORES, 2016)

Com base na relaxação dos domínios de água, foi possível estabelecer o percentual de umidade existente em cada uma das farinhas analisadas (Tabela 3). Observa-se que a presença de uma quantidade significativa de umidade na estrutura das farinhas variou nas amostras analisadas de 5% a 13%; essa quantidade pode interferir não só no cozimento, mas também no sabor e leveza do alimento produzido a partir destas farinhas [19,20]. Assim, o controle da umidade é muito importante para que o alimento possa manter suas caracterís-

ticas principais para a produção de seus derivados, como pães, bolos, doces e salgados.

Tabela 3 – Teor de umidade determinado a partir das curvas de domínio

Farinhas Tipo	% domínio de água
A	13
B	7
C	6
D	6
E	6
F	5

FONTE: (AUTORES, 2016)

Os valores de umidade encontrados apresentam-se dentro da faixa esperada para esta classe de farinhas e apresentaram-se inferiores ao valor máximo de umidade (15%) permitido pela legislação ainda em vigor [19]. Destaca-se ainda que todas as farinhas possuem teores de umidades de até 13%, faixa que assegura melhor conservação das mesmas durante seu armazenamento e estocagem, garantindo maior durabilidade destes alimentos [20].

4 CONCLUSÃO

Com base nos objetivos do trabalho e nos dados obtidos, pode-se inferir que a relaxometria é uma técnica poderosa no estudo de alimentos, e que pode ser aplicada para alimentos complexos e heterogêneos, como por exemplo, as farinhas estudadas neste trabalho, podendo ser estendido para outros gêneros.

5 GRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento: CAPES, CNPQ e FAPERJ, pelo apoio financeiro ao trabalho desenvolvido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

– 1 - Komoroski, R. A., “High Resolution NMR Spec-

troscopy of Synthetic Polymers in Bulk”, VCH Publishers, Deerfield Beach (1986)

- 2 - McBrierty, V., Parker, K. J., “Nuclear Magnetic Resonance in Solid Polymers”, Cambridge University Press, Great Britain (1993)
- 3 - Stejskal, E.O., Memory, J.D., “High resolution NMR in the Solid State”, Oxford University Press, New York (1994)
- 4 - Bovey, F. A., Mirau, P. A., “NMR of Polymers”, Academic Press, New York, (1996)
- 5 - Harris, R.K, NMR studies of solid polymer, in Polymer Spectroscopy, Ed., A.H. Fawcett, John Wiley & Sons, England, (1996)
- 6- Tavares, M.I.B., Monteiro E.E.C., Polymer Testing, 14, 273 (1995)
- 7 - Silva, N.M, Tavares, M.I.B - J.Appl.Polym.Sci., 60, 663 (1996)
- 8 - Tavares, M. I. B., Polymer Testing, 19, 899 (2000)
- 9 - Costa PM, Tavares MIB, Bathista ALBS, Silva EO, Nogueira JS. High J Appl Polym Sci., 105, 973 (2007)
- 10 - Costa PM, Tavares MIB, Silva EO, Bathista ALBS, Nogueira JS, Ferreira AG, Barison A, Daolio C, Vizzotto L. Int J Polym Mater, 56 1135 (2007)
- 11 - P. M. Costa, M. I. B. Tavares. Ann Magn Reson, 4, 35 (2005)
- 12- M. I. B. Tavares, A. L. B. S. Bathista, P. M. Costa, E. O. Silva, N. P. Filho, J. S. Nogueira. J Appl Polym Sci., 92, 2151 (2004)
- 13- Harris, R. K. “Recent advances in solid state NMR”, The Fifth International Conference on Applications of Magnetic Resonance in Food Science, Aveiro, Portugal, 2000, Vol. I, 1-11.
- 14-Conte P.; Spaccini P; Piccolo A. Prog. Nuc.Mag. Res.Spec., 44, 215 (2004).
- 15- Tang H.; Hills B.P. Biomacromolecules, 4, 1269 (2003).
- 16-Maciel P. D. C., Tavares MIB, J. Appl. Polym. Sci., 116, 50 (2010)
- 17 - Preto M. S. de M., Tavares M. I. B., Sebastião P. J. O., Azeredo, R. B. V, Food Chemistry, A, 116, 4890 (2013)
- 18 - Iulianelli G. C. V, Tavares M. I. B, Journal of Food Composition and Analysis, 48, 88 (2016)
- 19 - Brasil. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. 1, 105 (2005).
- 20 - Costa, M. D. G., Souza, E. L., Stamford, T. L. M., Andrade, S. A. C. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 28 ,1 (2008)