

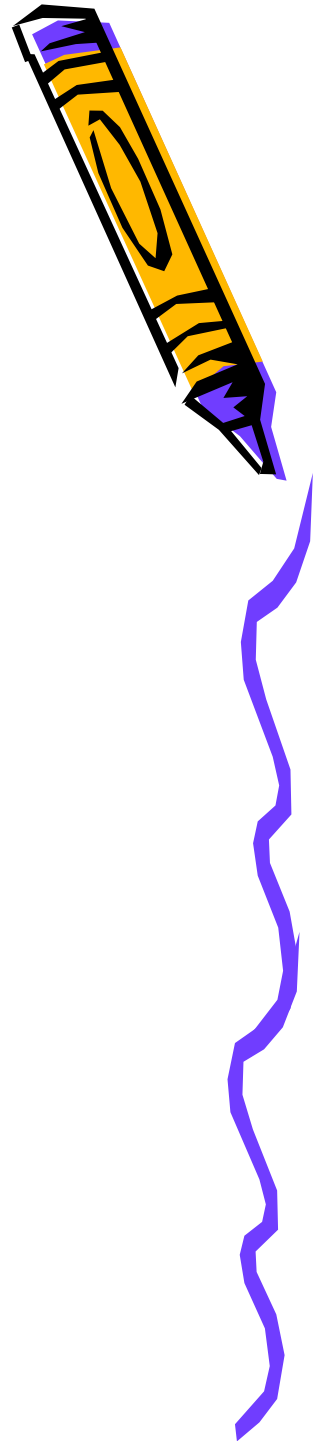
Abordagens físicas e químicas com biomateriais

Prof. Juliana Marchi



Objetivo da aula

- 1. Apresentação docente
- 2. Relação propriedades-aplicação dos biomateriais
- 3. Estudo de caso



1. Apresentação docente

Trajетória Acadêmica

Iniciação Científica, Mestrado e Doutorado

CCTM/IPEN

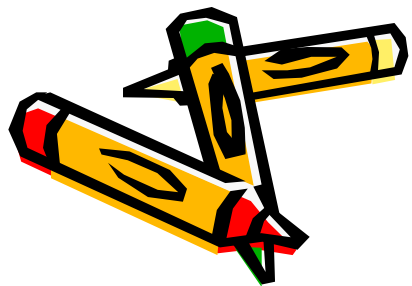
Foco em materiais cerâmicos avançados

Pós-doutorado

CCTM/IPEN

Universidade de Erlangen-Nurnberg, Alemanha

Foco em desenvolvimento de biomaterial para reparo ósseo



juliana.marchi@ufabc.edu.br

1. Apresentação docente

Professora/Pesquisadora da UFABC desde 2009

Vinculada aos cursos:

CCNH, Bacharelado em Química

CECS, Engenharia de Materiais

PPG Nanociências e Materiais Avançados (PPG-Nano)

PPG Ciência e Engenharia de Materiais (PPG-CEM)

Habilidade em trabalhar com alunos de formações interdisciplinares (disciplinas de BECN, TQ, TBQ, Biomateriais)



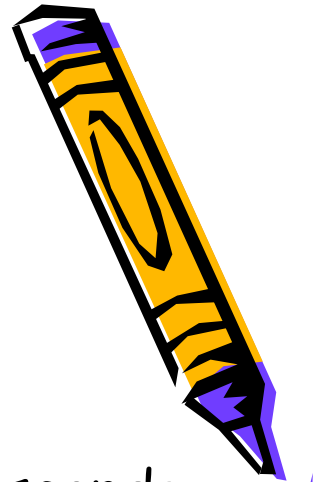
juliana.marchi@ufabc.edu.br

1. Apresentação docente

Foco principal de pesquisa

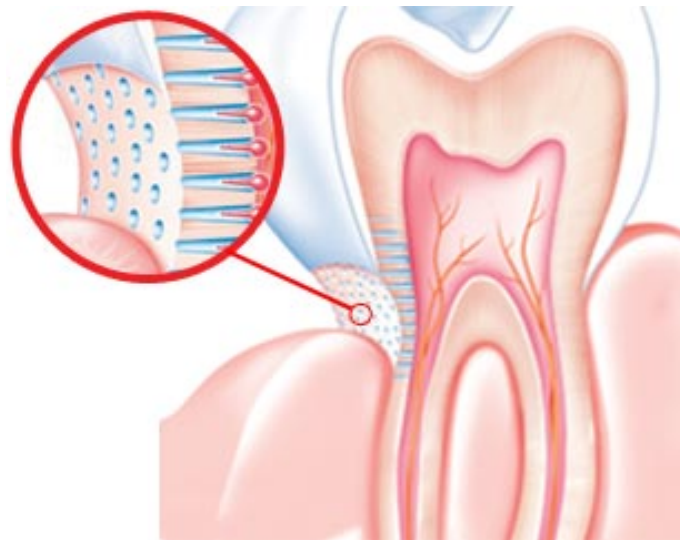
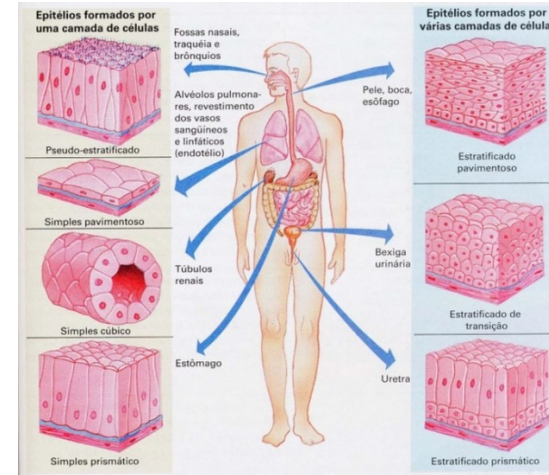
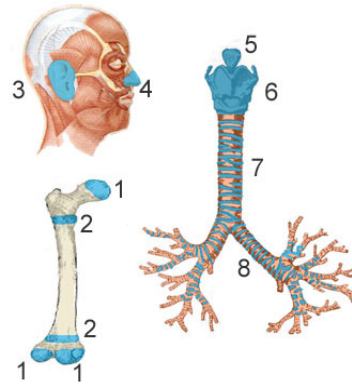
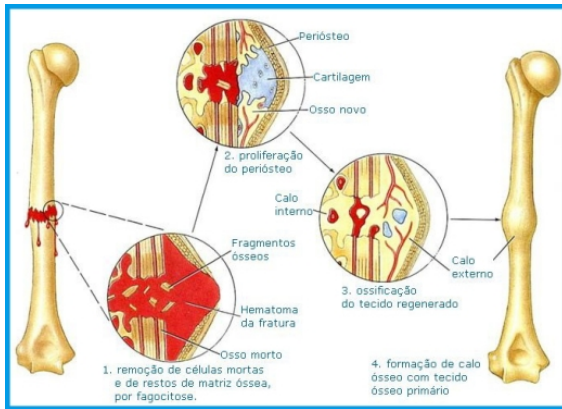
Desenvolvimento de biomateriais para reparo tecidual, buscando compreender as relações entre estrutura-propriedade-processamento e aplicações biológicas dos materiais.

Entre os materiais estudados, destaca-se os vidros biocompatíveis, os arcabouços poliméricos e os sistemas injetáveis para diversos tratamentos visando o reparo e/ou regeneração de diferentes tecidos.



1. Apresentação docente

Foco principal de pesquisa: Aplicações



1. Apresentação docente



Grupo de pesquisa interdisciplinar

Formações variadas, destacando-se engenharia de materiais; engenharia biomédica; química; biomedicina; odontologia, biologia.

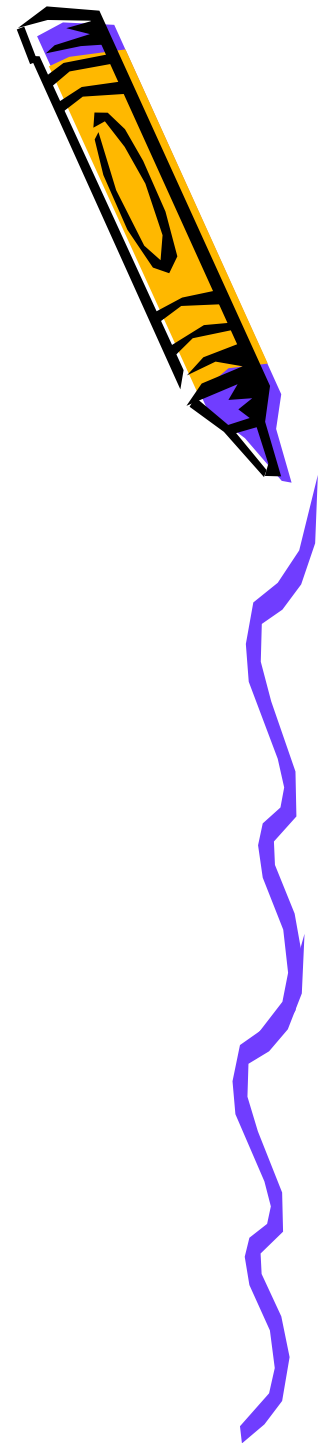
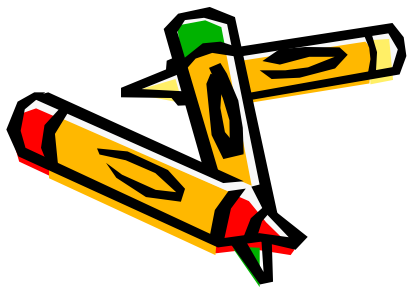
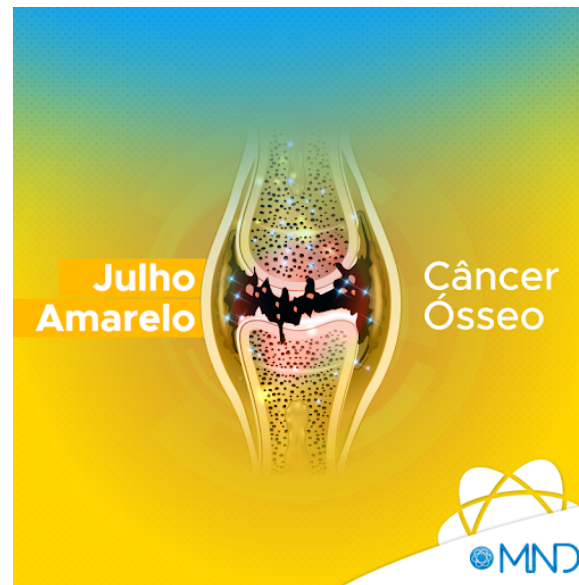
Trânsito entre as áreas de engenharias, química e biologia.

Alunos de EM, Ics, TGs, Mestrandos e Doutorandos



2. Relação propriedades-aplicação dos biomateriais

Como relacionar propriedades físicas e químicas com aplicações específicas em biomateriais?



Ciência x Engenharia de Materiais

Engenharia de Materiais

Projeta a estrutura adequada para conseguir propriedades específicas dos materiais

Processamento

Desempenho

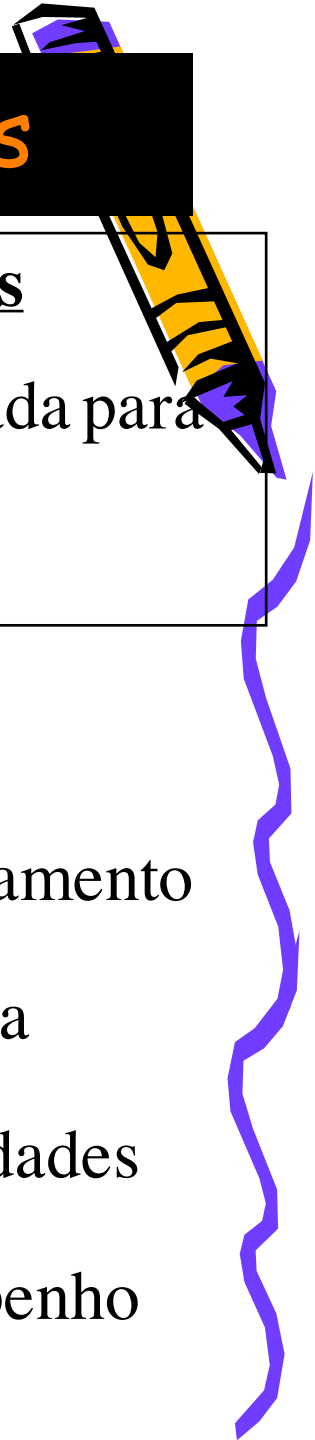
Estrutura

Propriedades

Ciência dos Materiais

Investiga as relações entre estrutura e propriedades dos materiais

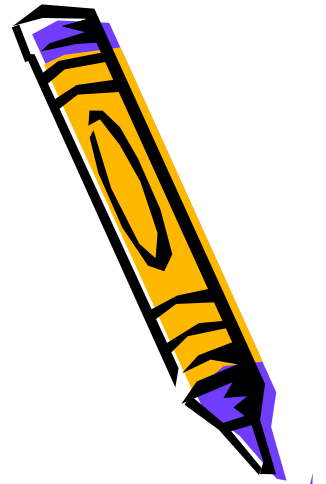
- Processamento
- ↓
- Estrutura
- ↓
- Propriedades
- ↓
- Desempenho



Como decidir qual biomaterial utilizar?

Escolha da aplicação

- Tipo de tecido
 - Histologia
 - Biomecânica
- Processo de reparo
 - etc..



Como decidir qual biomaterial utilizar?

- Escolha da aplicação \Rightarrow Propriedades necessárias (mecânicas, elétricas, térmicas, etc.)
 - Propriedades \Rightarrow Materiais (tipo, estrutura, composição)
 - Material \Rightarrow Processamento (formato desejado, sinterização, tratamento térmicos, etc.)



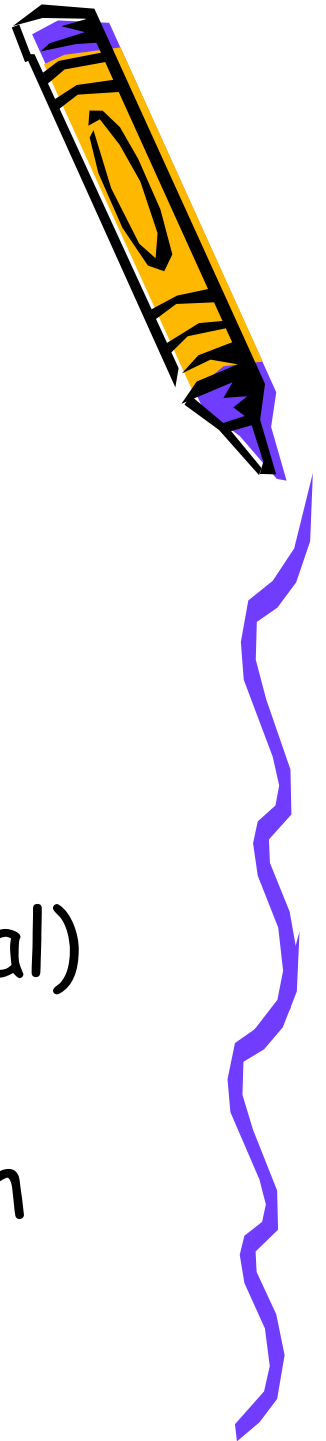
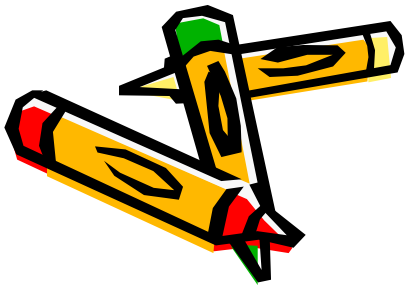
Como decidir quais ensaios utilizar?

- Escolha da biomaterial \Rightarrow Ensaaios

Físicos, químicos, biológicos
(normas técnicas)

(aplicação, solicitação do biomaterial)

Processo de regulamentação de um
produto (ANVISA)



3. Estudo de caso

1) Structural characterization of bioactive glasses containing rare earth elements (Gd and/or Yb)

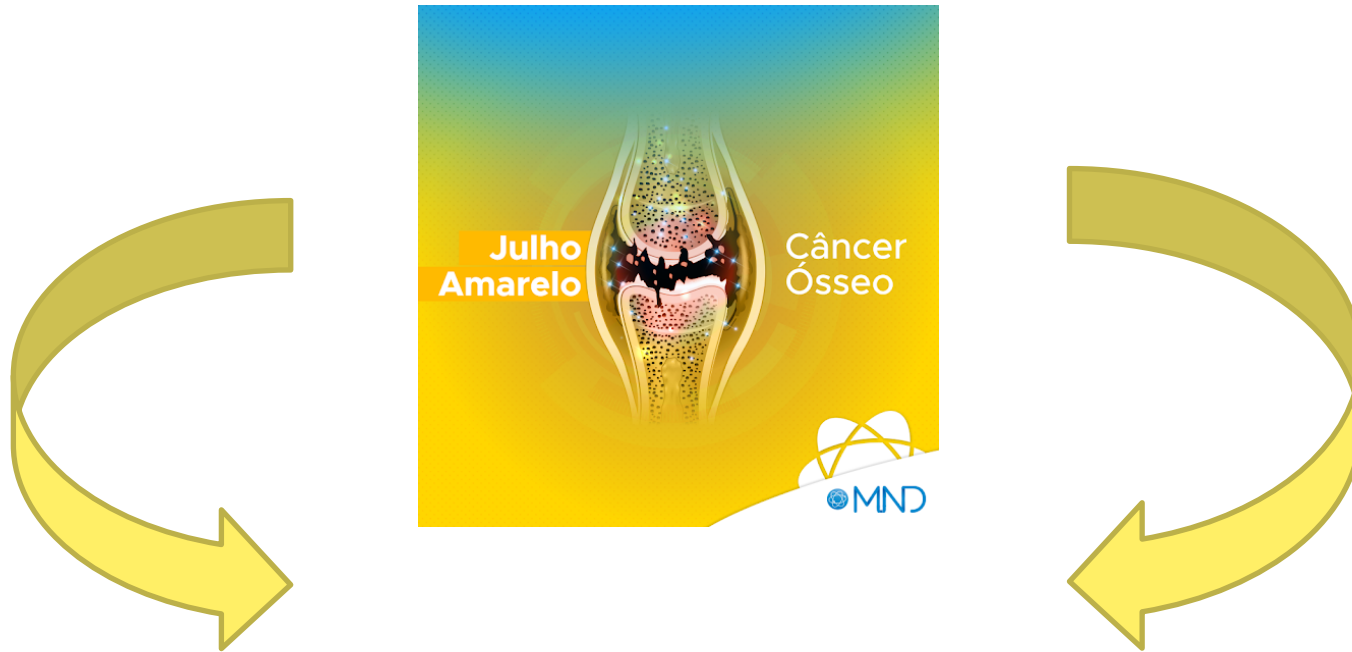
Roger Borges, José F. Schneider and Juliana Marchi
J Mater Sci (2019) 54:11390-11399

2) Dissolution, bioactivity behavior, and cytotoxicity of rare earth- containing bioactive glasses (RE = Gd, Yb)

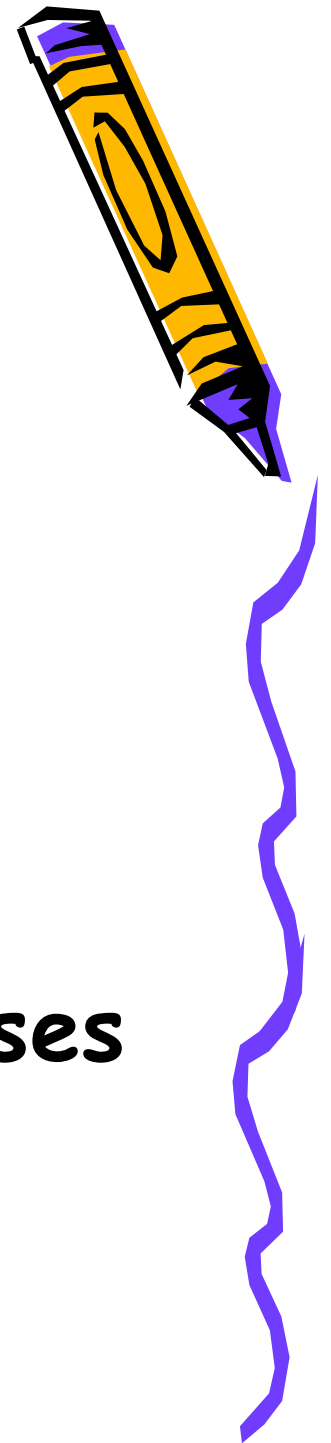
T Zambanini, R Borges, PC Faria, GP Delpino, IS Pereira, MM Marques, J Marchi
Int J Appl Ceram Technol. 2019;16:2028-2039



Aplicação



Rare earth-containing bioactive glasses
(RE = Gd, Yb)

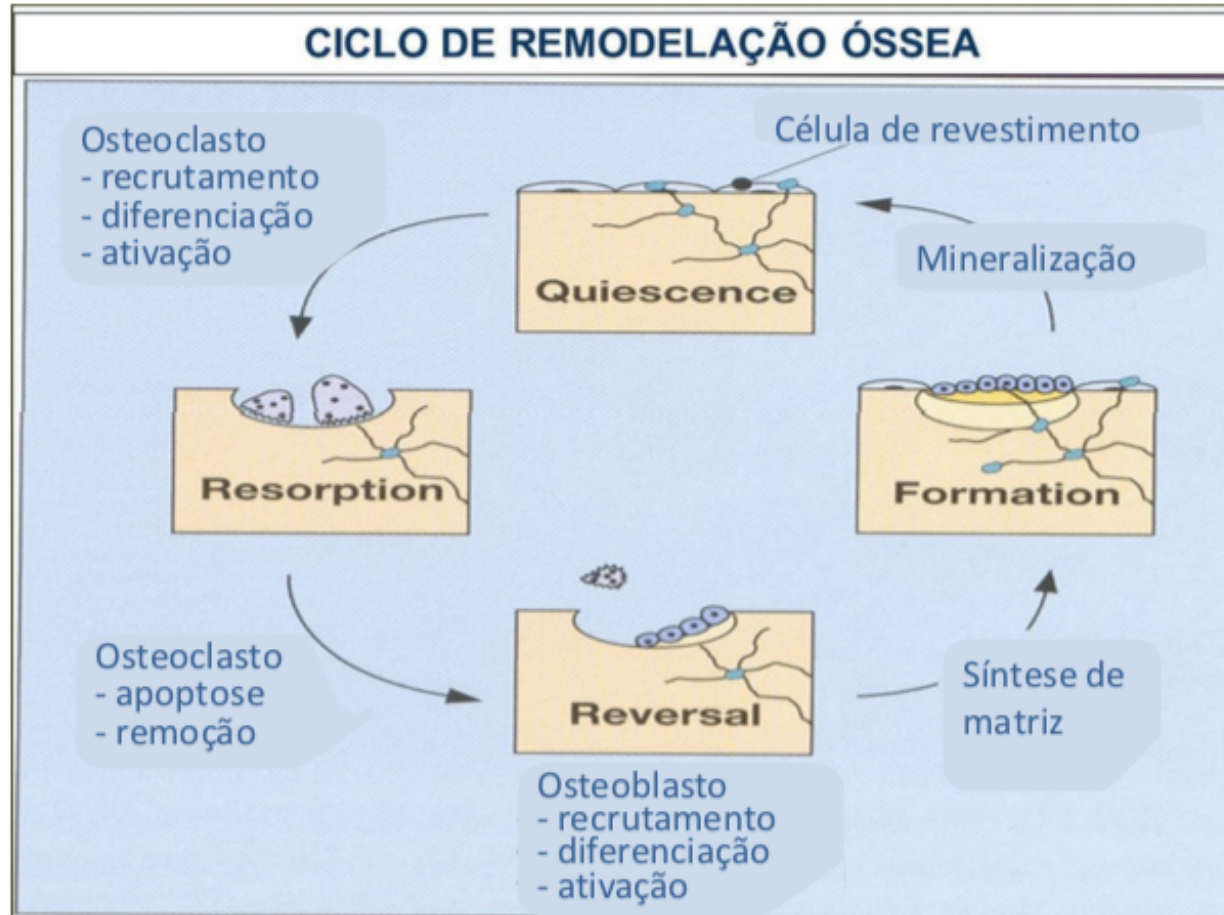




Tecido Ósseo

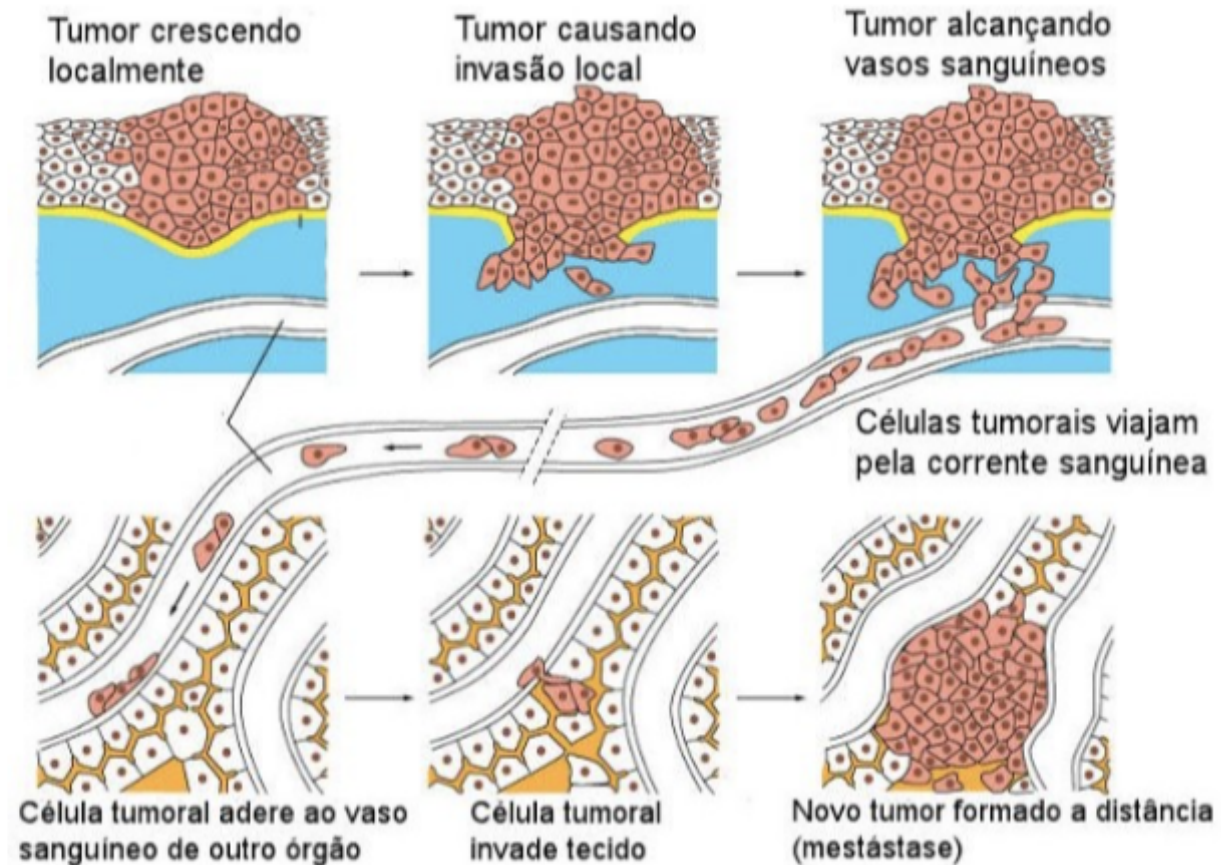
Estrutura
dinâmica

Características
favoráveis à
metástase



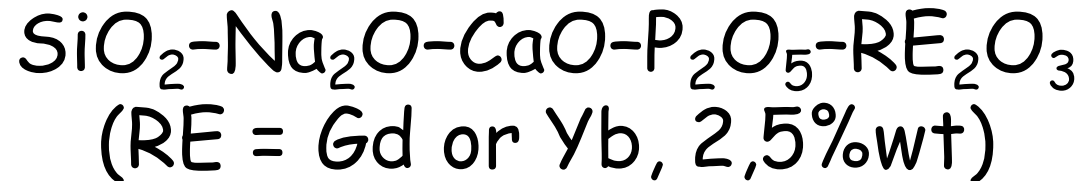
Tecido Ósseo

- Metástase:
Câncer ósseo

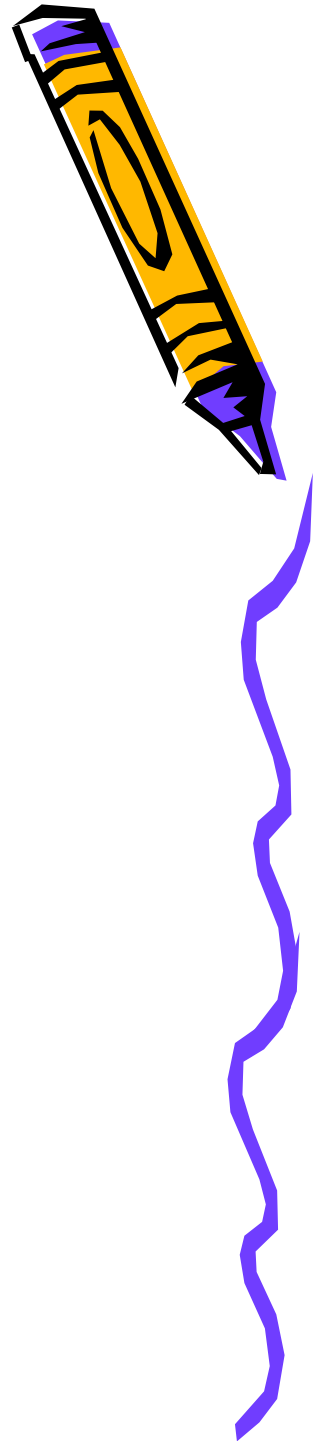


O material

Rare earth- containing bioactive glasses (RE = Gd, Yb)

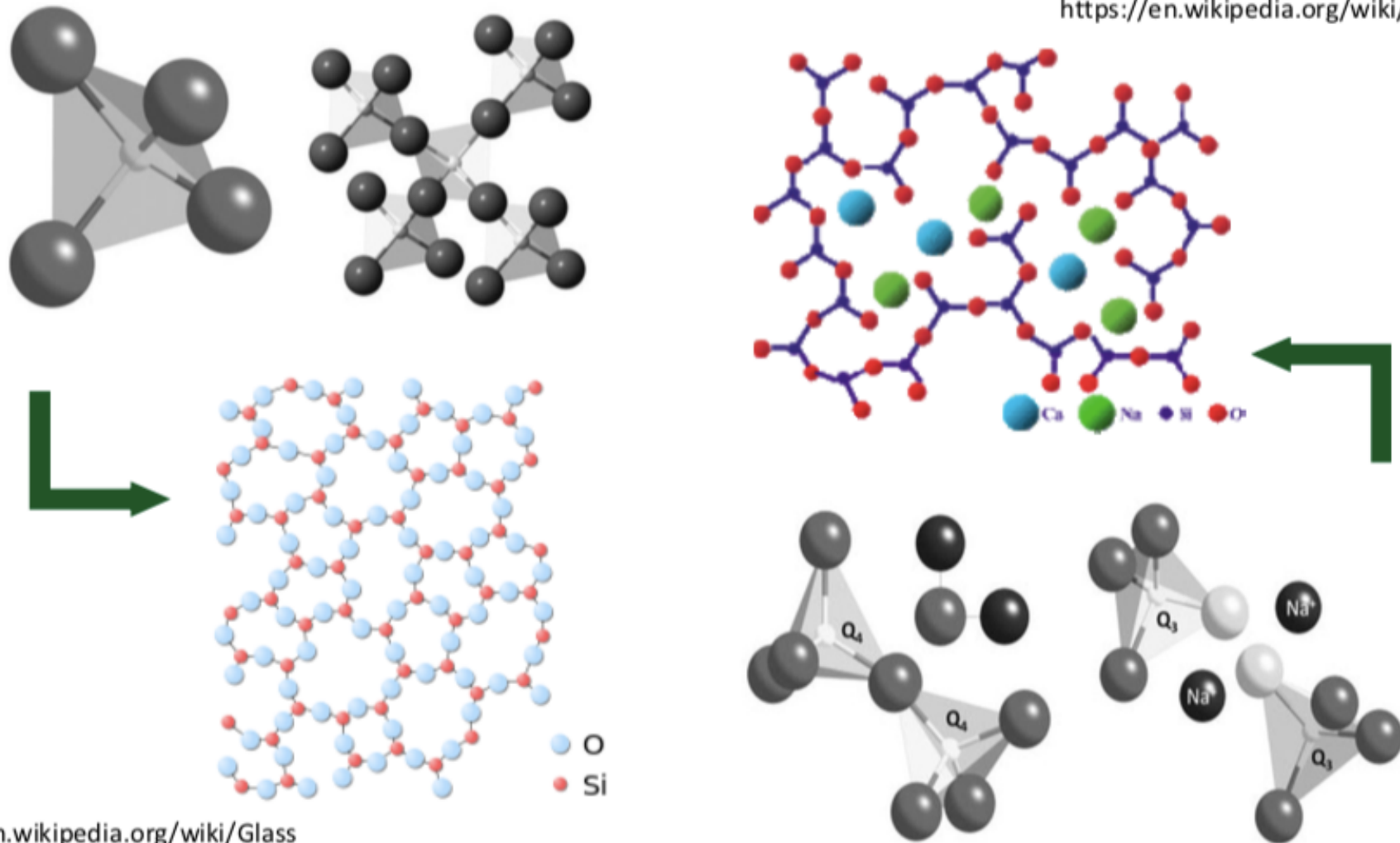


conjunto de propriedades....



Vidros Biocompatíveis

<https://en.wikipedia.org/wiki/Bioglass>

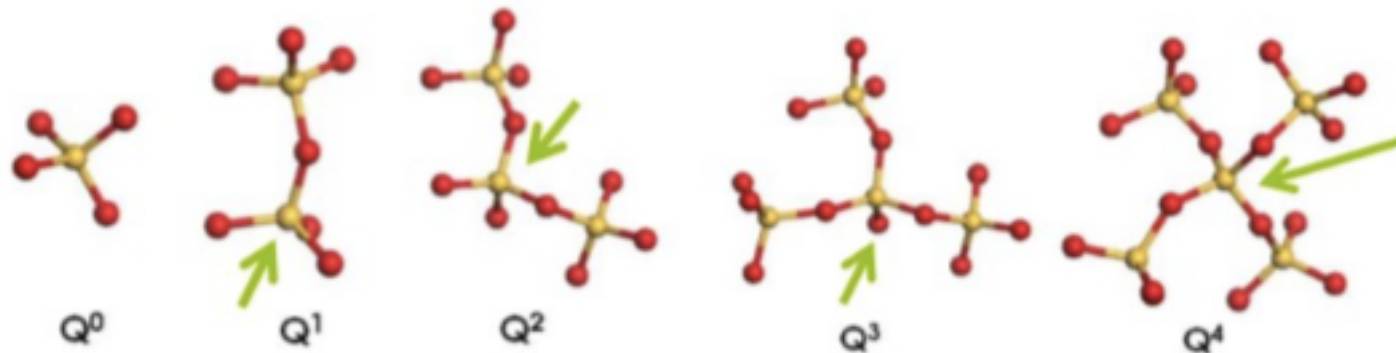


<https://en.wikipedia.org/wiki/Glass>

CORMACK, A. N. - *The Structure of Bioactive Glasses and Their Surfaces* in JONES J. R.; CLARE A. G. - *Bioactive-Glasses: Na introduction* - Wiley, 2012.

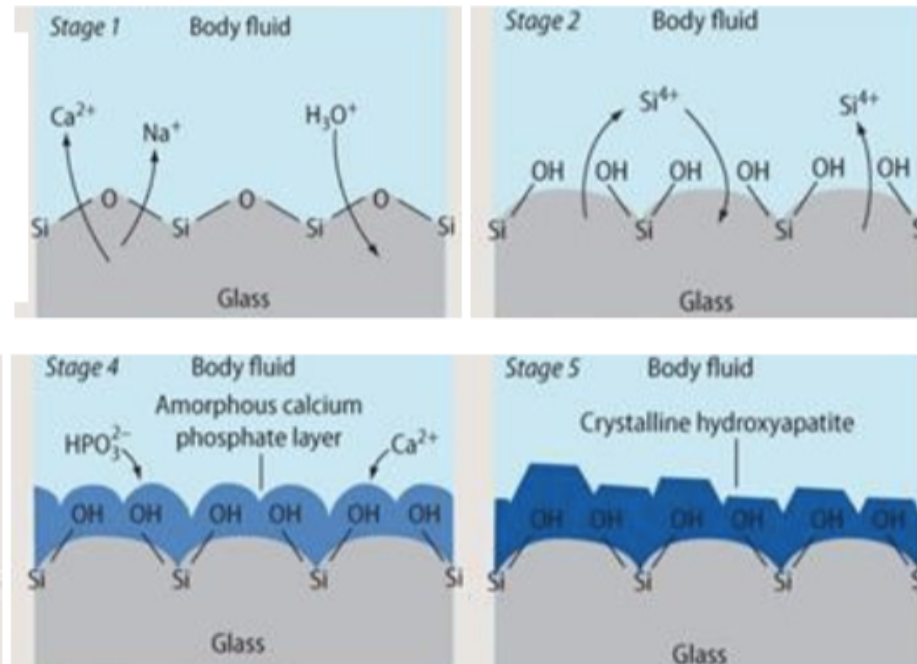
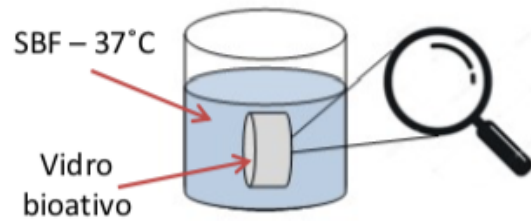
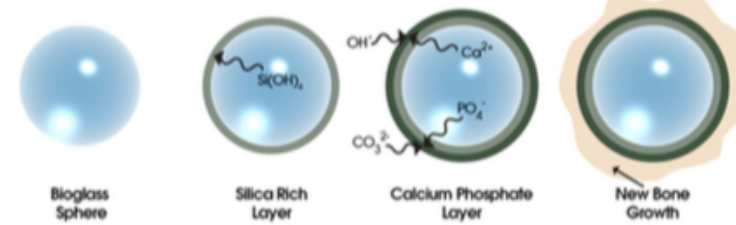
Vidros Biocompatíveis

- Conectividade da rede



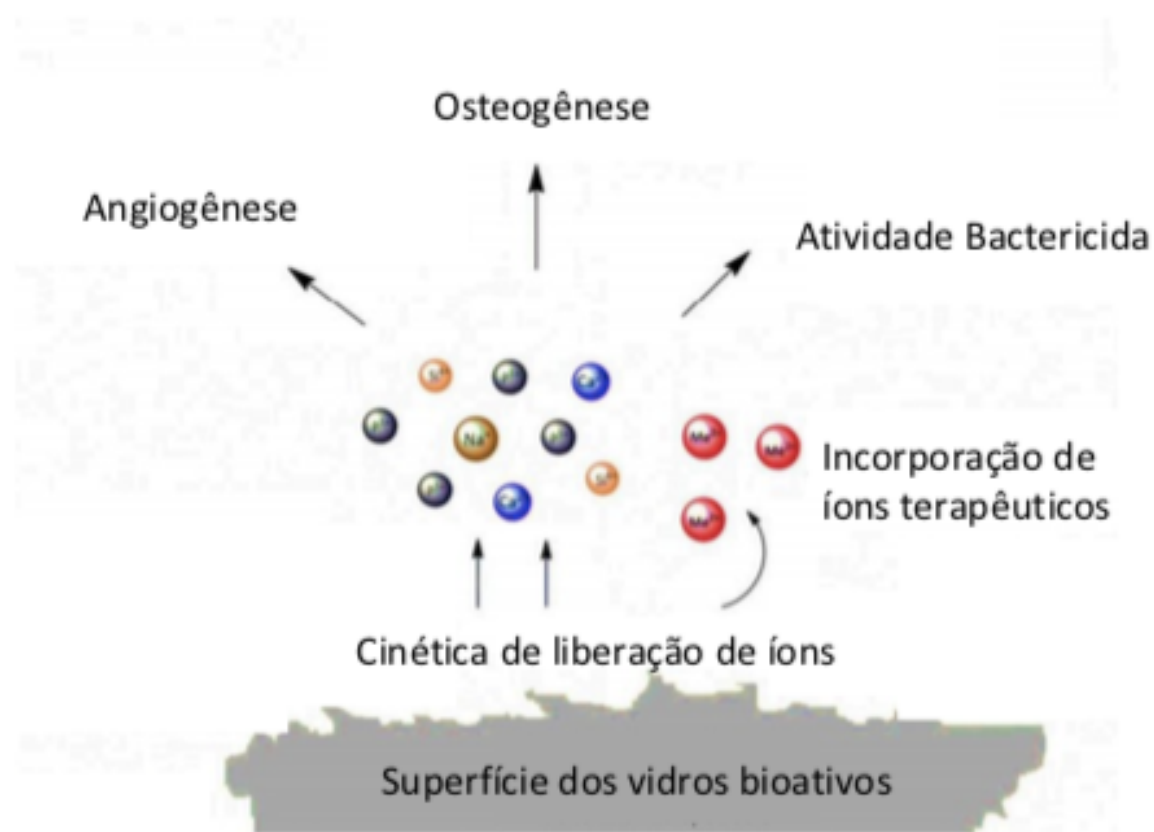
Vidros Biocompatíveis

- Hench – década de 1970



<https://eic.rsc.org/feature/glass-bones/2020156.article> (adaptado)

Vidros Biocompatíveis



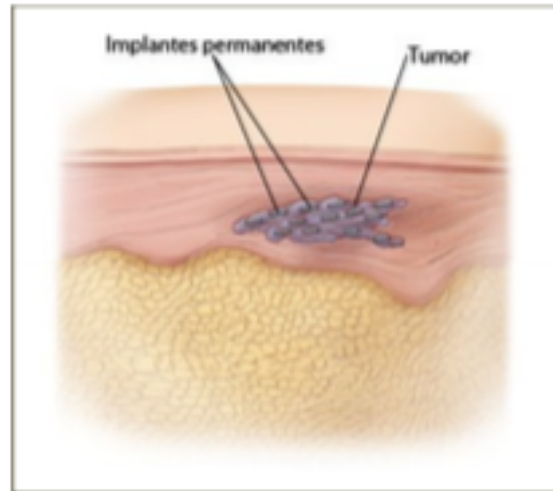
<http://www.mdpi.com/2079-4983/9/1/25/htm> (adaptado)

Vidros Biocompatíveis

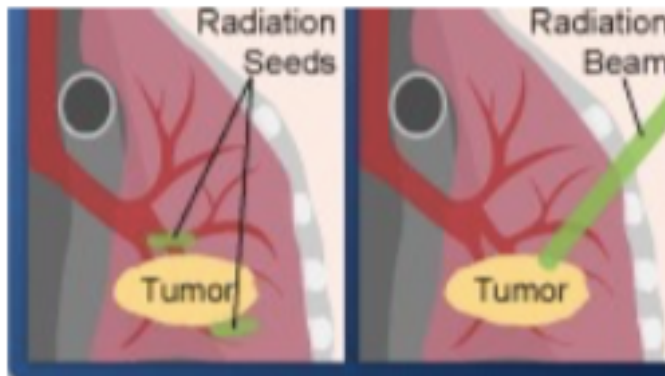
Incorporação de íons radioativos



Braquiterapia



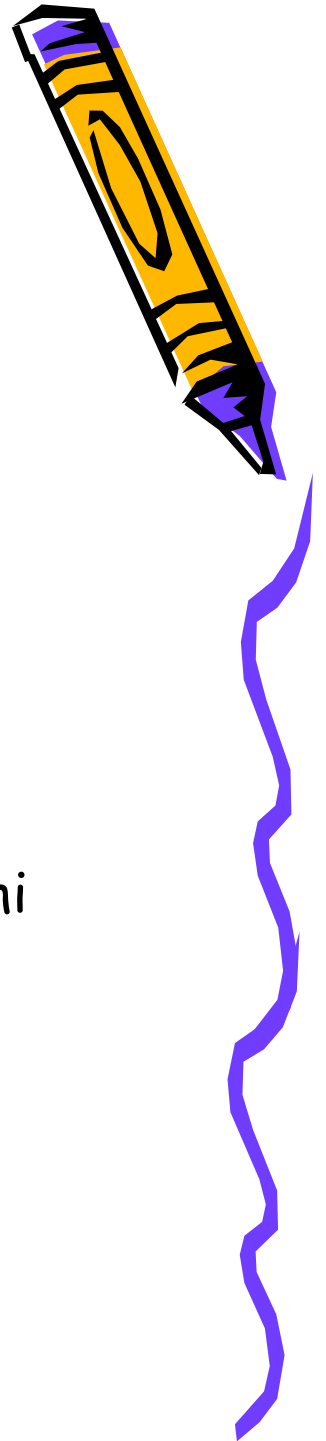
Radiação interna Radiação externa



O material

Rare earth- containing bioactive glasses (RE = Gd, Yb)

Structural characterization of bioactive glasses containing rare earth elements (**Gd and/or Yb**)
Roger Borges, Jose' F. Schneider and Juliana Marchi
J Mater Sci (2019) 54:11390-11399



Algumas escolhas...

- Difração de raios X, estrutura
- Ressonância magnética nuclear, Qn
- Espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios X (XPS), relações BO/NBO



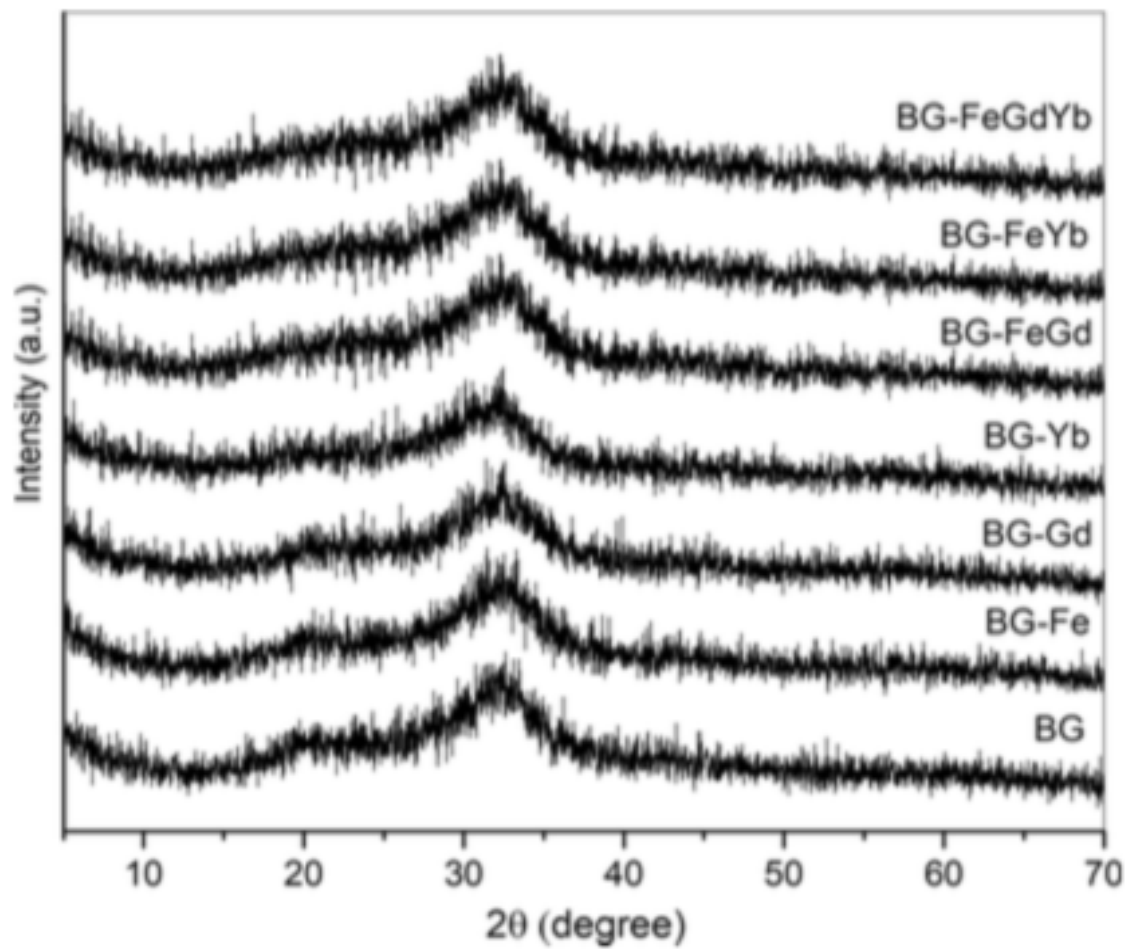
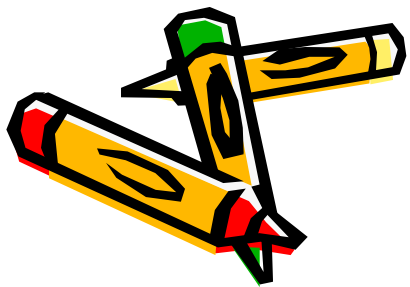


Figure 1 XRD diffraction patterns of glass samples. The absence of diffraction peaks indicates that glassy nature of the materials.



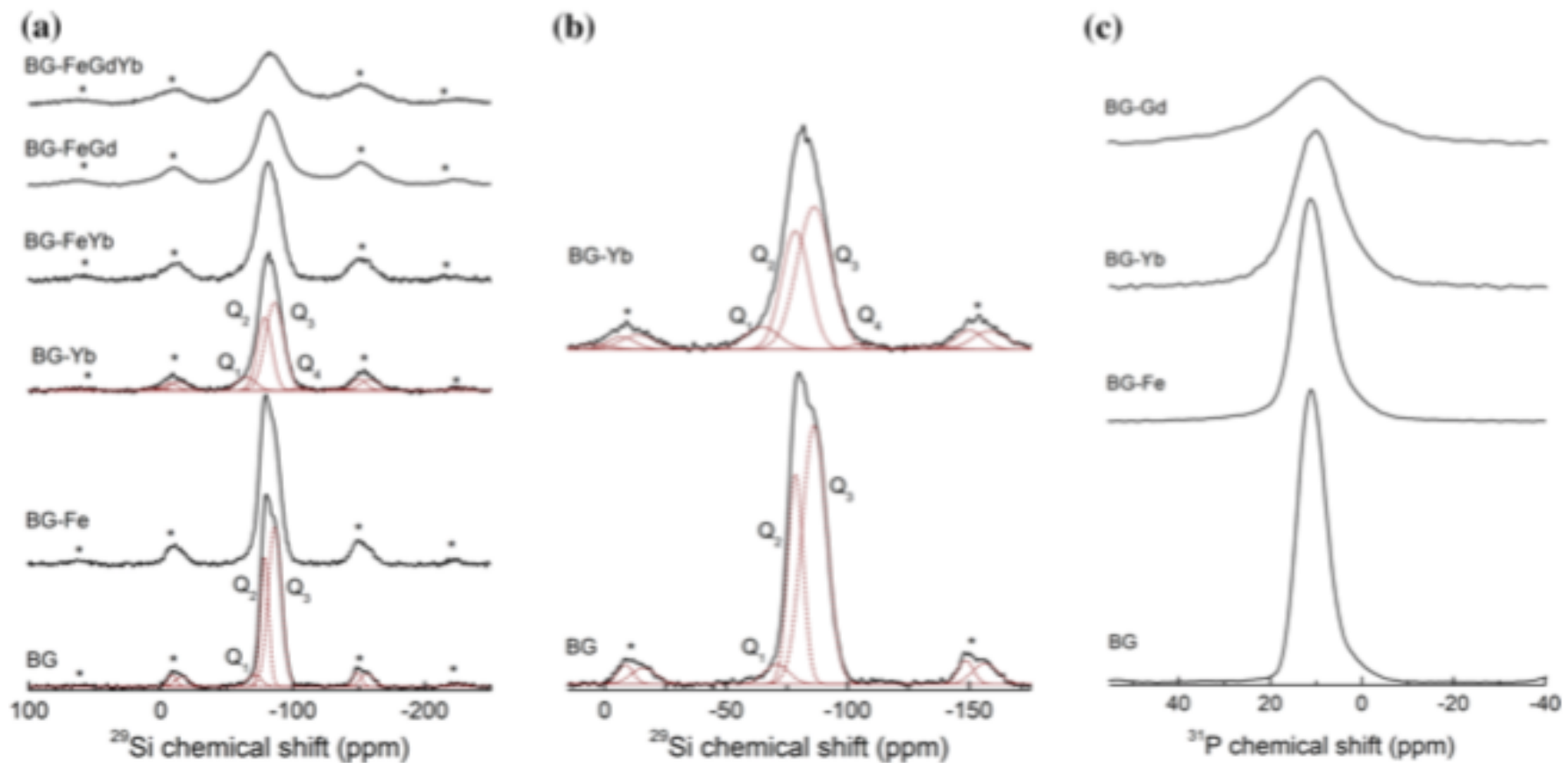


Figure 2 High-resolution NMR spectra of the glasses: **a** ^{29}Si -NMR; **b** Gaussian least-square fitting of ^{29}Si -NMR for BG and BG-Yb glasses; **c** ^{31}P -NMR spectra. Asterisks: spinning sidebands.



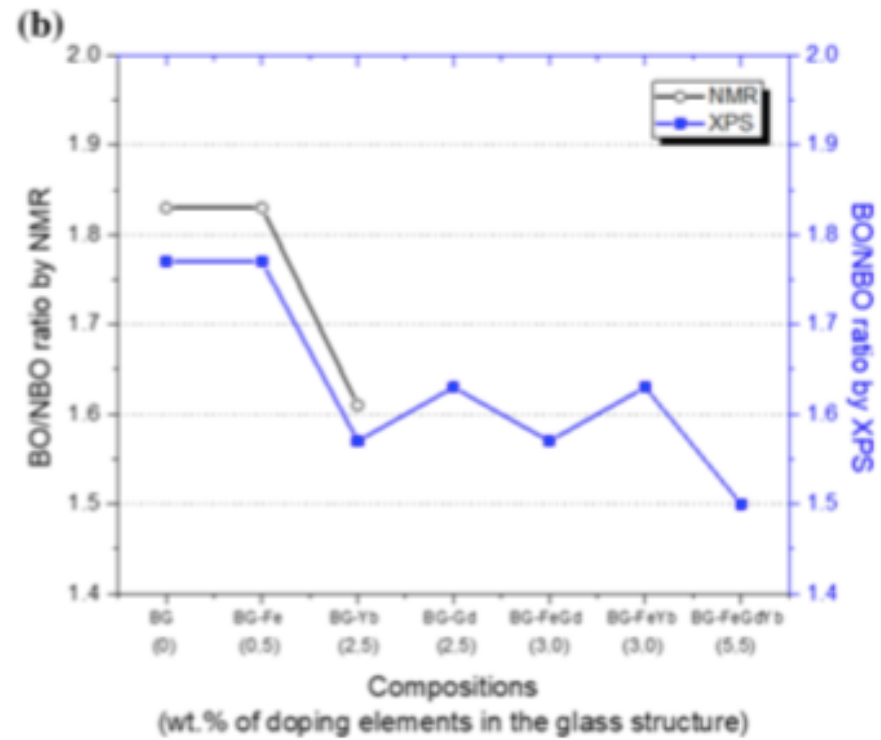
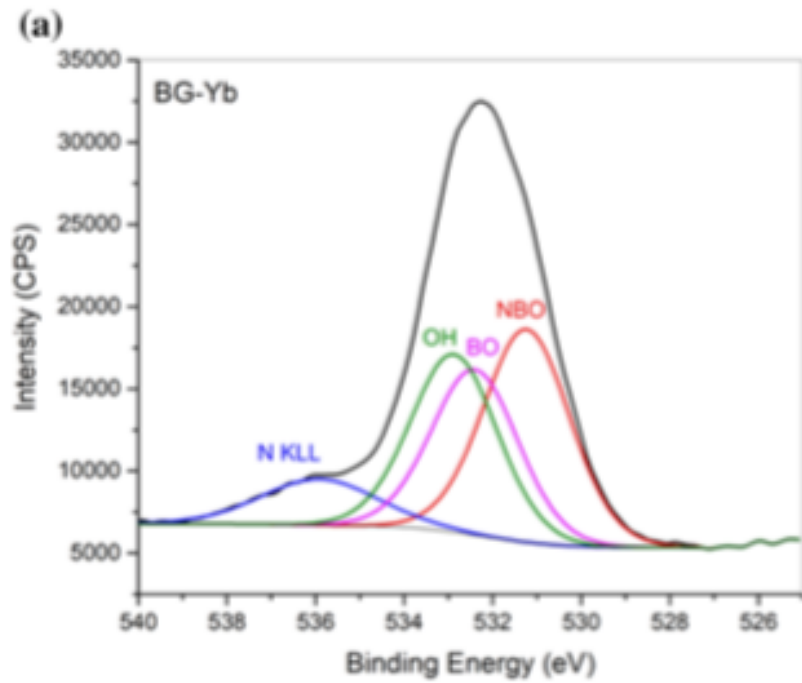
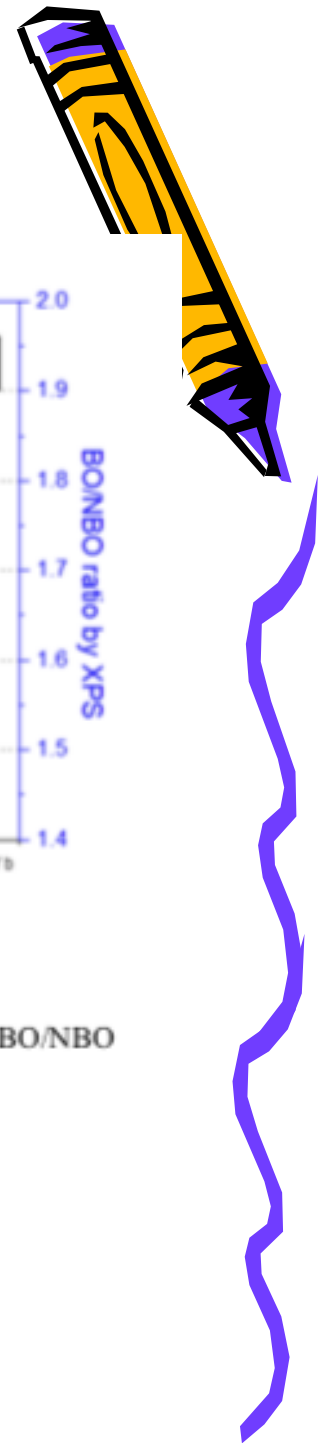


Figure 3 O1s high-resolution XPS results: **a** sample of a deconvoluted O1s high-resolution spectrum; **b** network connectivity BO/NBO ratios obtained from NMR (black circles) and XPS (blue squares).

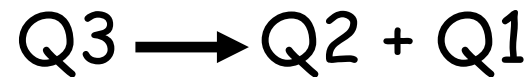


Conclusões

RE-BG (RE = Gd and/or Yb) foram obtidos com sucesso

RE tem um papel intermediário na estrutura vítrea, agindo como formador e modificador de rede

Caracterização estrutural: adição de RE sugere a conversão



Criação de novos oxigênios não-pontes favorecidos pela coordenação octaédrica dos RE.

Diminuição da conectividade da rede, que pode afetar as ligações Si-O-RE quando esses vidros são imersos em fluidos corpóreos



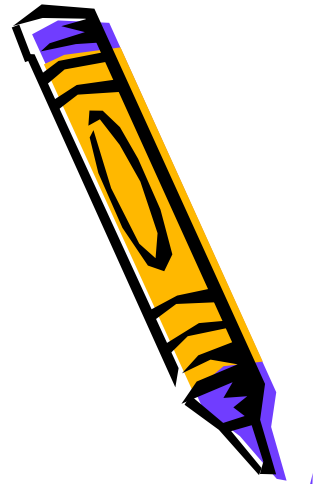
O material

Rare earth- containing bioactive glasses (RE = Gd, Yb)

Dissolution, bioactivity behavior, and cytotoxicity of rare earth- containing bioactive glasses (RE = Gd, Yb)

T Zambanini, R Borges, PC Faria, GP Delpino, IS Pereira, MM Marques, J Marchi

Int J Appl Ceram Technol. 2019;16:2028-2039



Algumas escolhas...



- Espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (*ICP-OES*), para quantificação iônica
- Microscopia eletrônica de varredura com espectroscopia de energia dispersiva (*MEV/EDS*) para morfologia e análise dos elementos
- Difração de raios-X, identificação de fases cristalinas
- Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (*FTIR*), para identificação de grupos funcionais
- Viabilidade celular utilizando *SHEDs* e meio condicionado



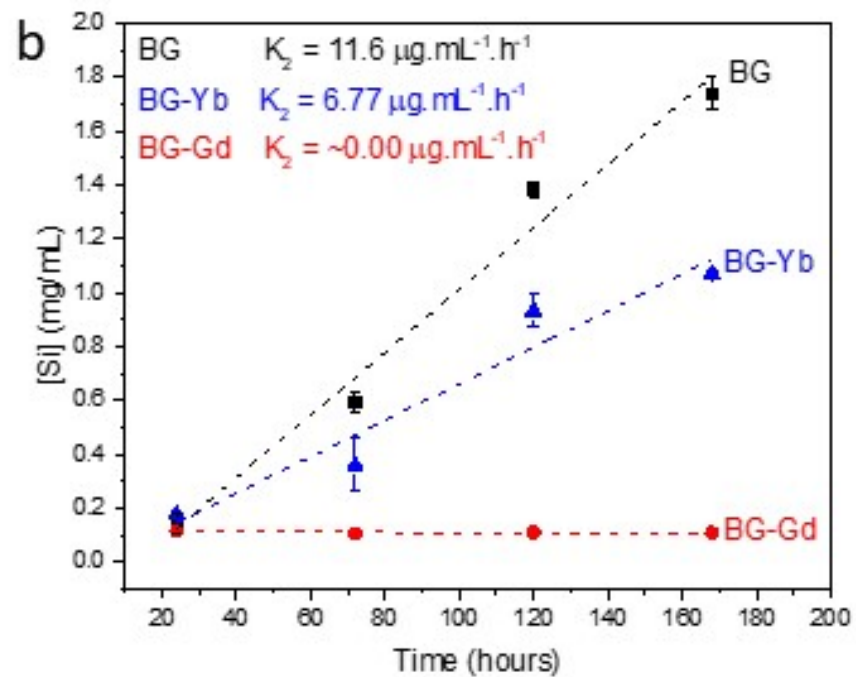
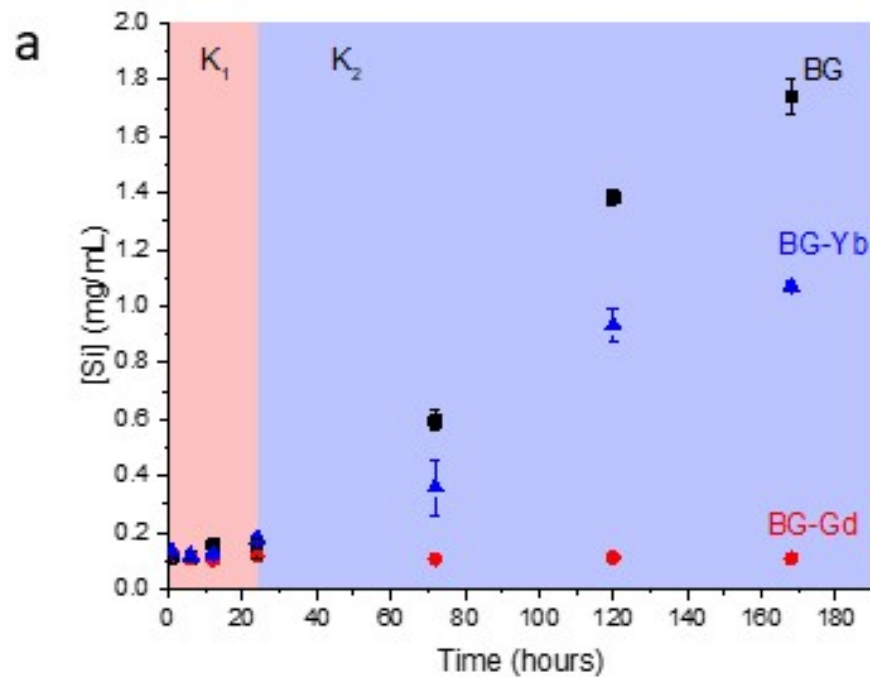
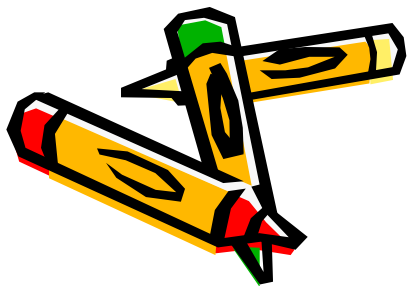


Figure 2 - Si, Na, Ca and P concentration as a function of immersion time in Tris-HCl. In (a) and (c) areas of K_1 and K_2 of silicon and sodium, respectively. In (b) highlighting the points of K_2 regime of silicon. Dissolution trends of calcium and phosphorous is presented in (d) and (e), respectively.



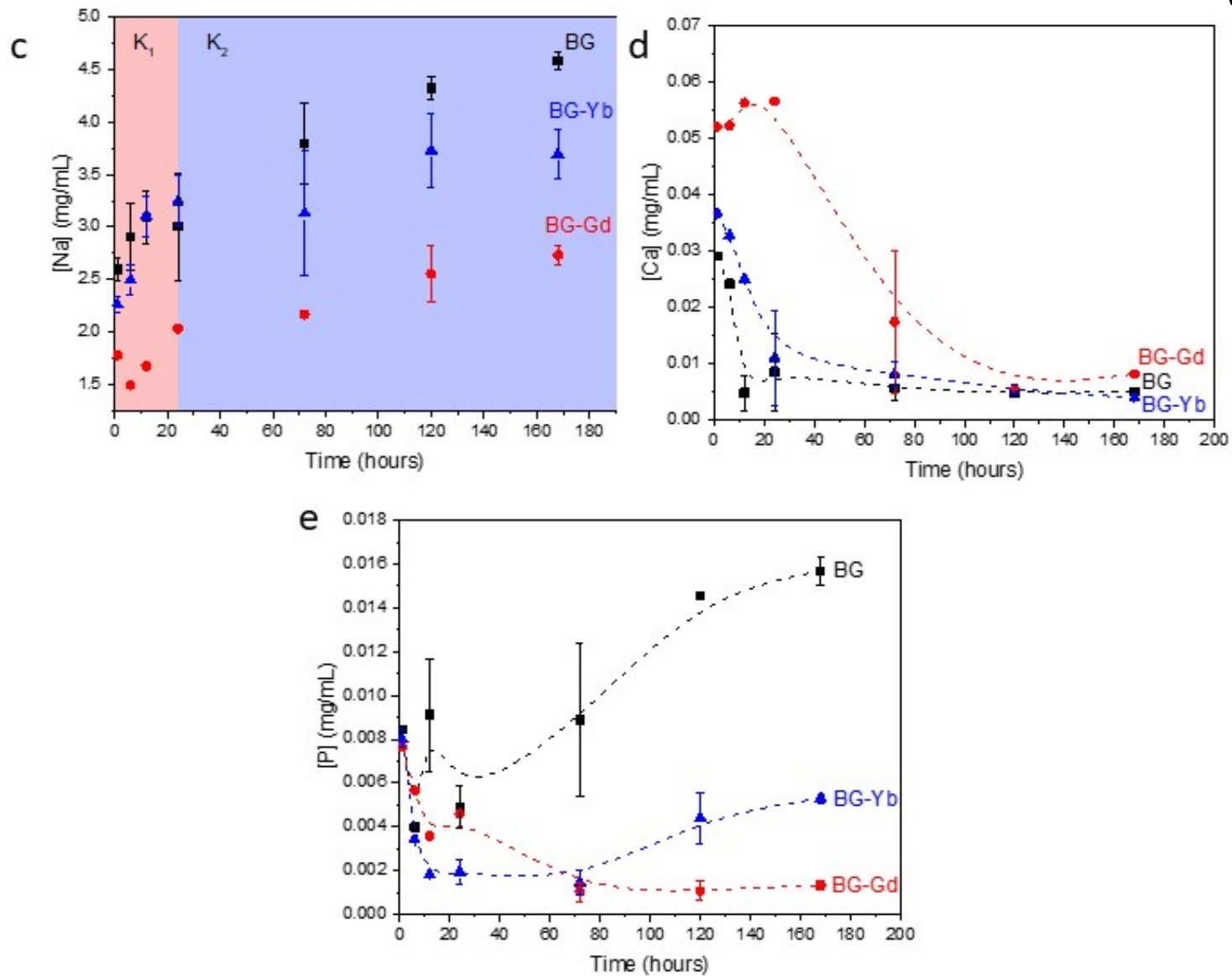
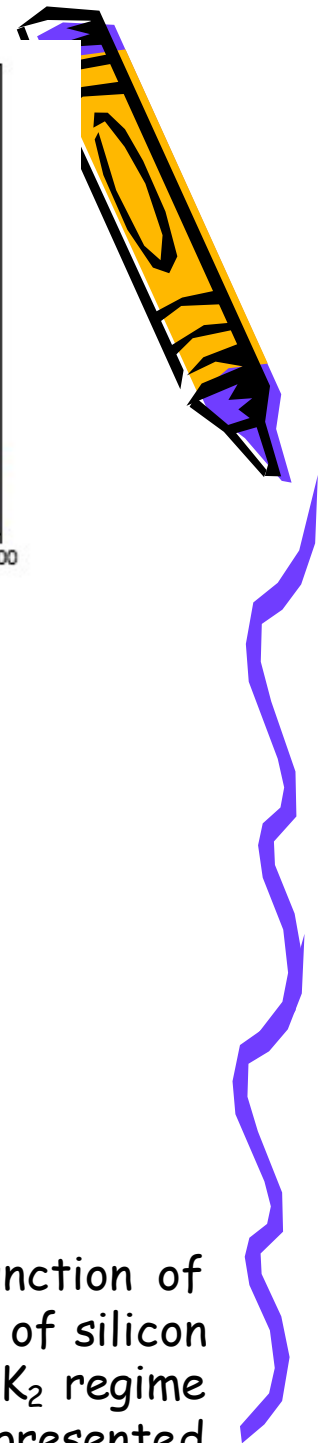


Figure 2 (cont) - Si, Na, Ca and P concentration as a function of immersion time in Tris-HCl. In (a) and (c) areas of K_1 and K_2 of silicon and sodium, respectively. In (b) highlighting the points of K_2 regime of silicon. Dissolution trends of calcium and phosphorous is presented in (d) and (e), respectively.



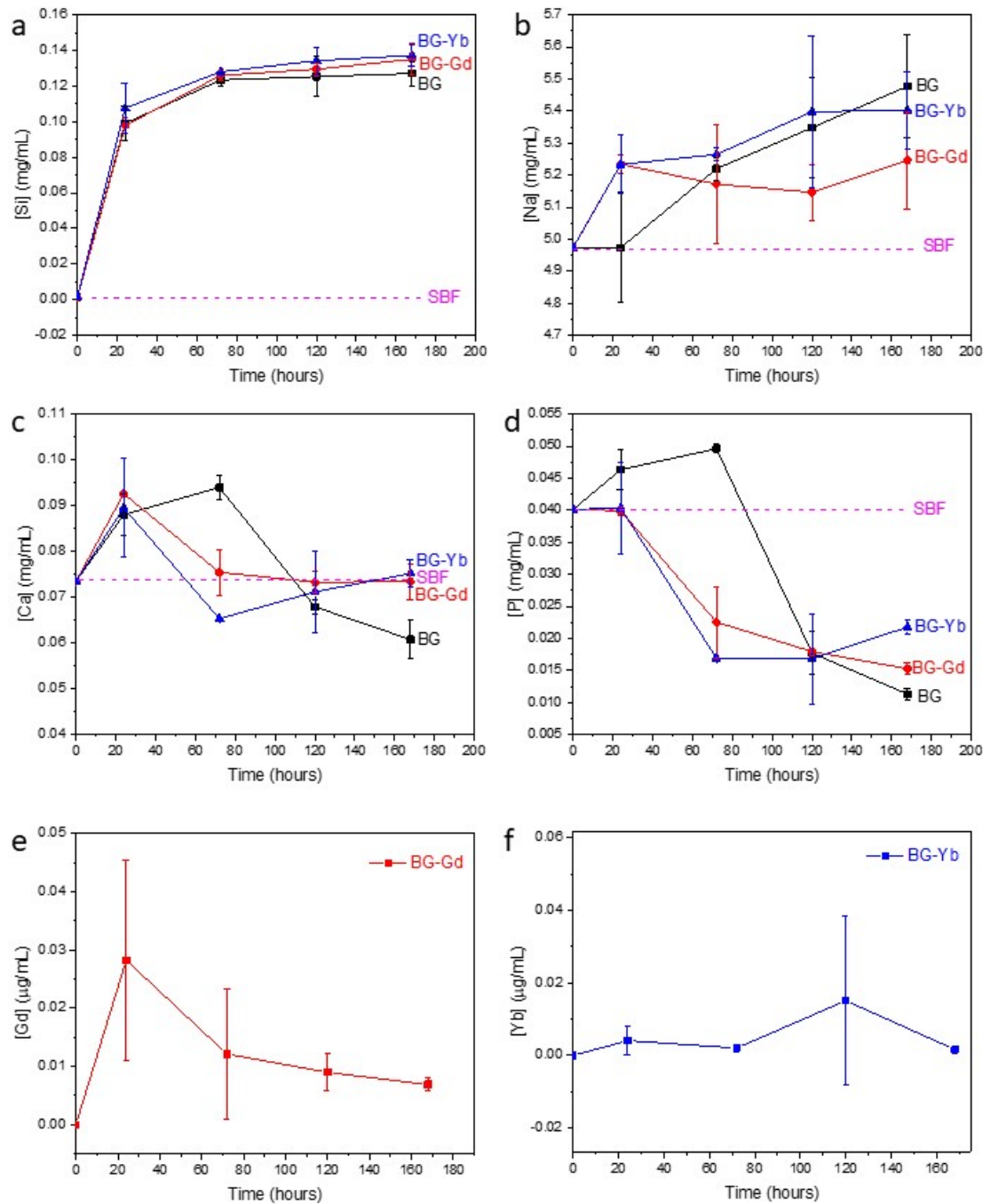
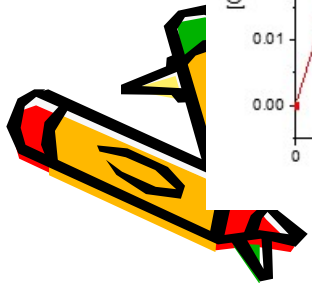


Figure 3 - Elementary concentration of (a) silicon, (b) sodium, (c) calcium, (d) phosphorus from BG, BG-Gd and BG-Yb glasses, and release of (e) Gadolinium and (f) Ytterbium from BG-Gd and BG-Yb, respectively.



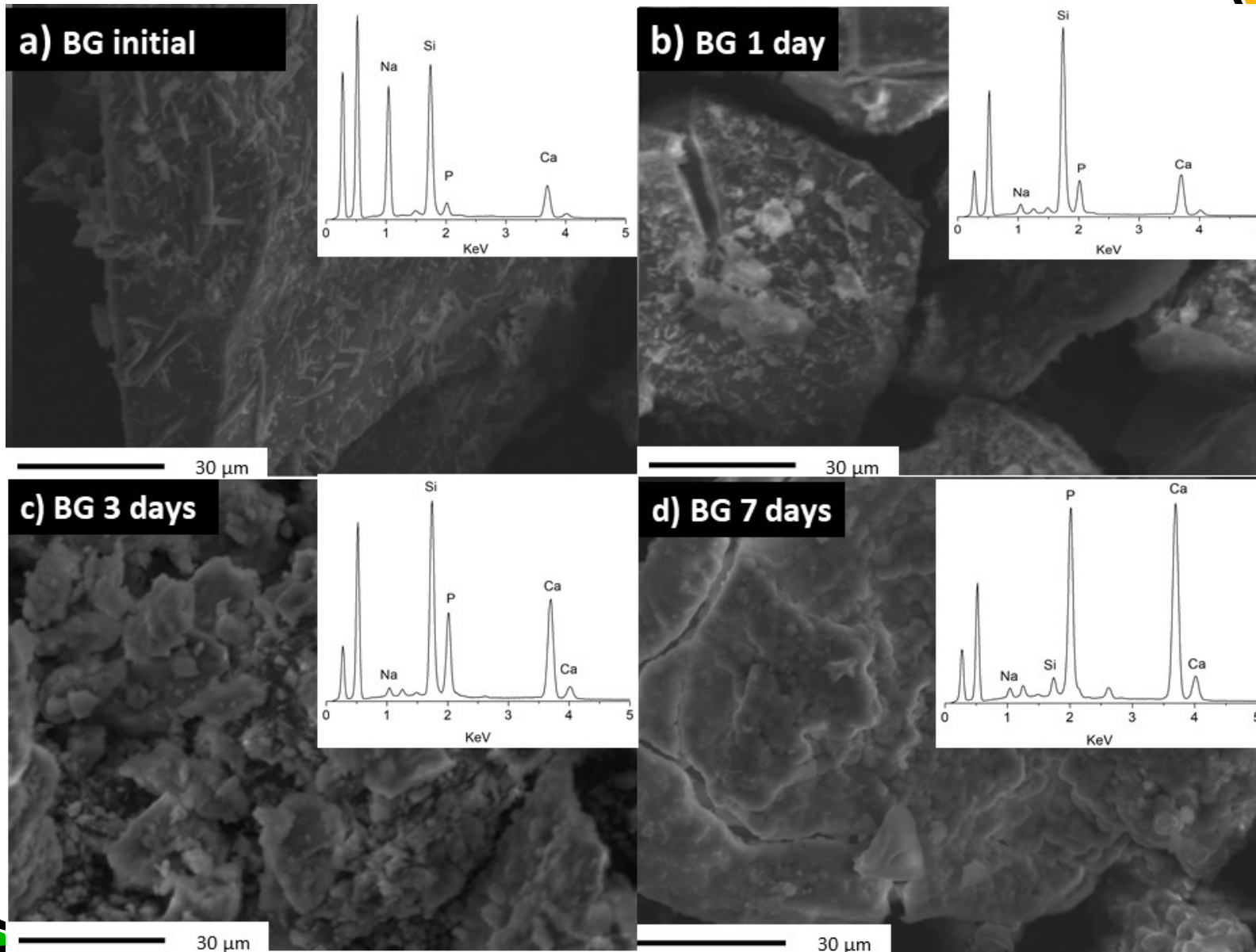
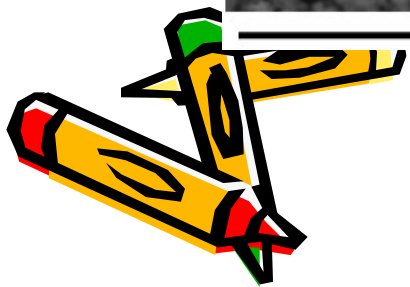


Figure 4 - Typical scanning electron micrographies and energy dispersive spectra (in detail) of BG glass before and after different periods of immersion in SBF solution.



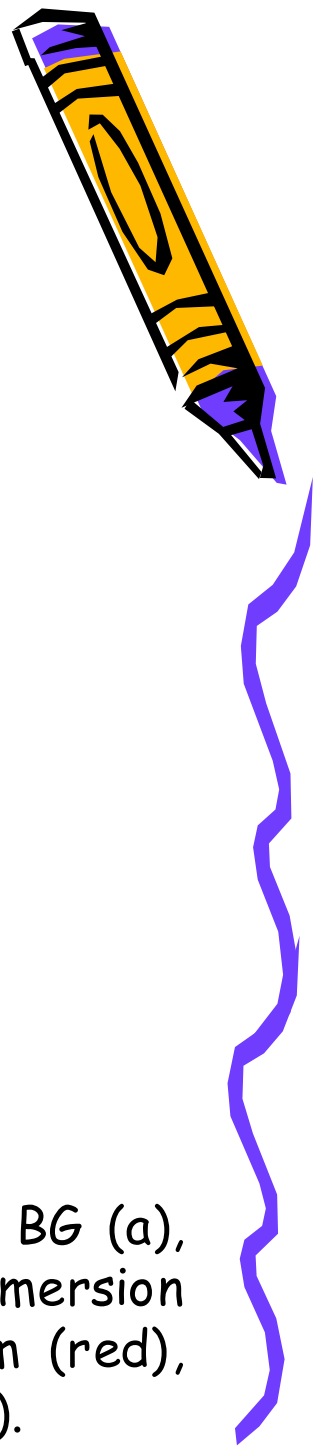
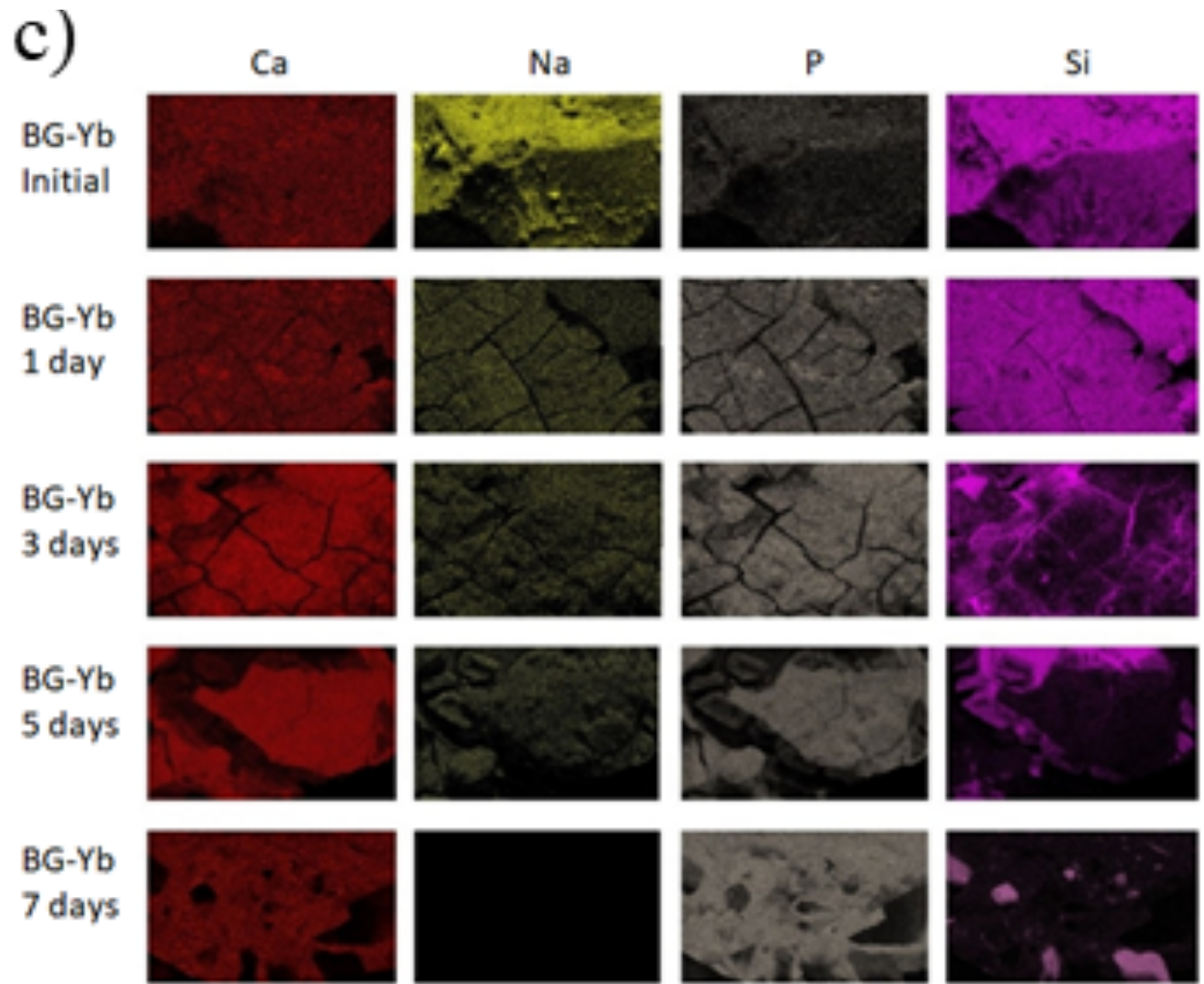
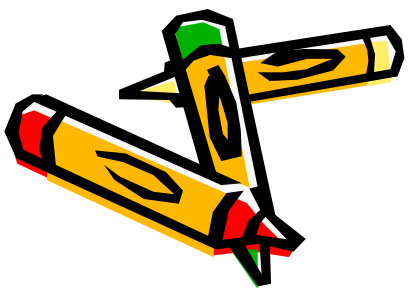


Figure 7 - Energy dispersive elementary mapping of BG (a), BG-Gd (b) and BG-Yb (c) glasses before and after immersion in SBF solution. The elements mapped were: calcium (red), sodium (yellow), phosphorous (gray) and silicon (purple).





• Apatite

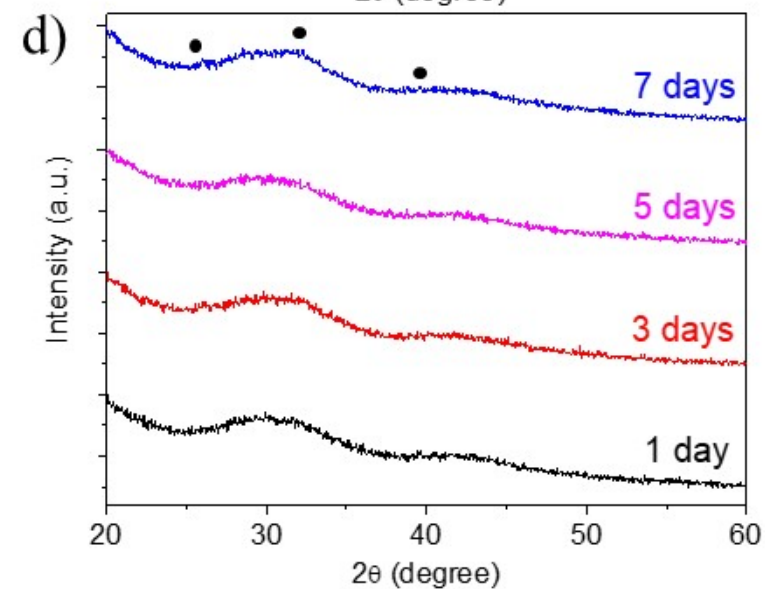
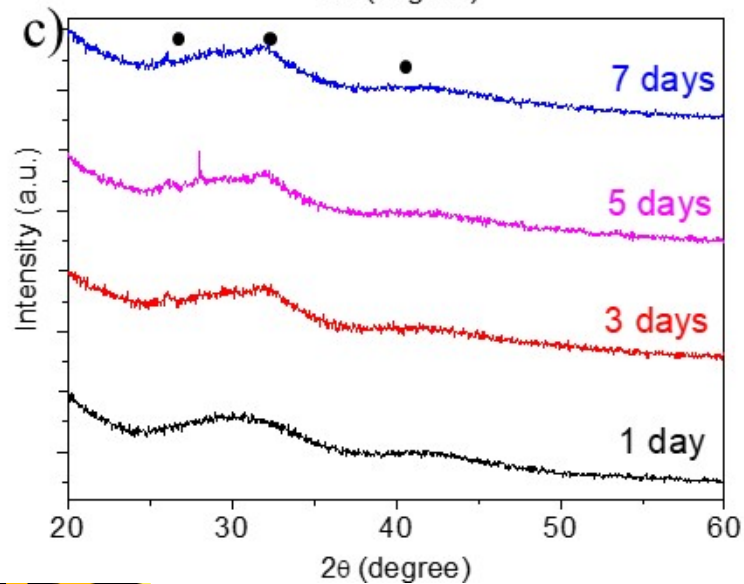
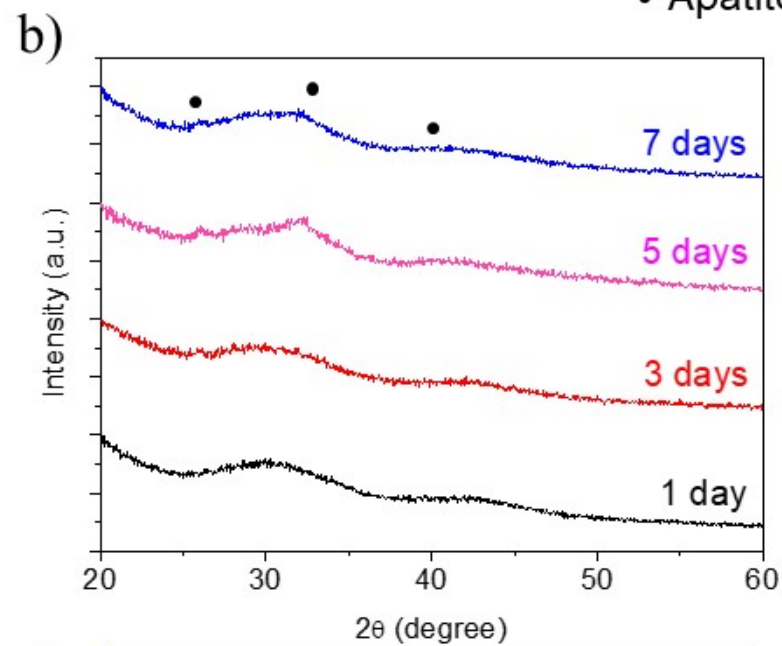
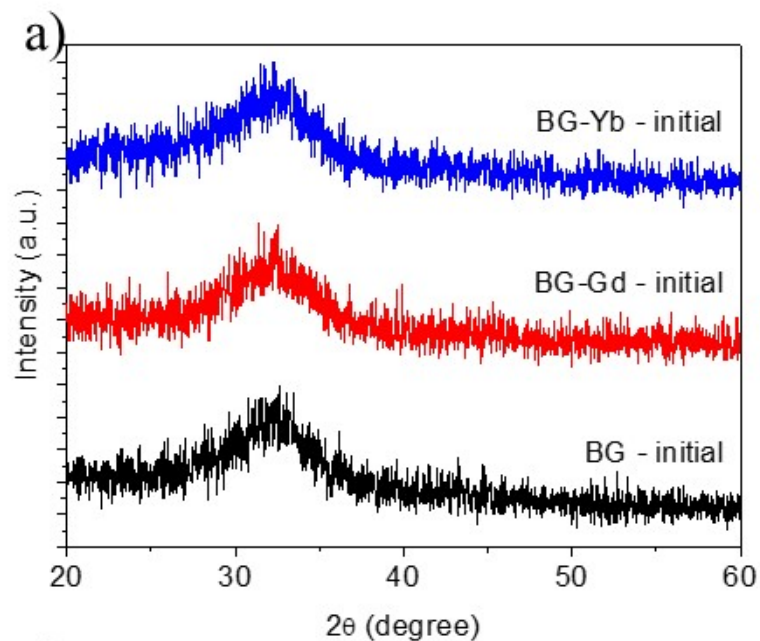


Figure 8 - X-ray diffraction of the glass powders soaked in SBF solution: a) glass powders before the bioactivity test; BG (b), BG-Gd (c) and BG-Yb (d) glasses after different periods soaked in SBF solution.



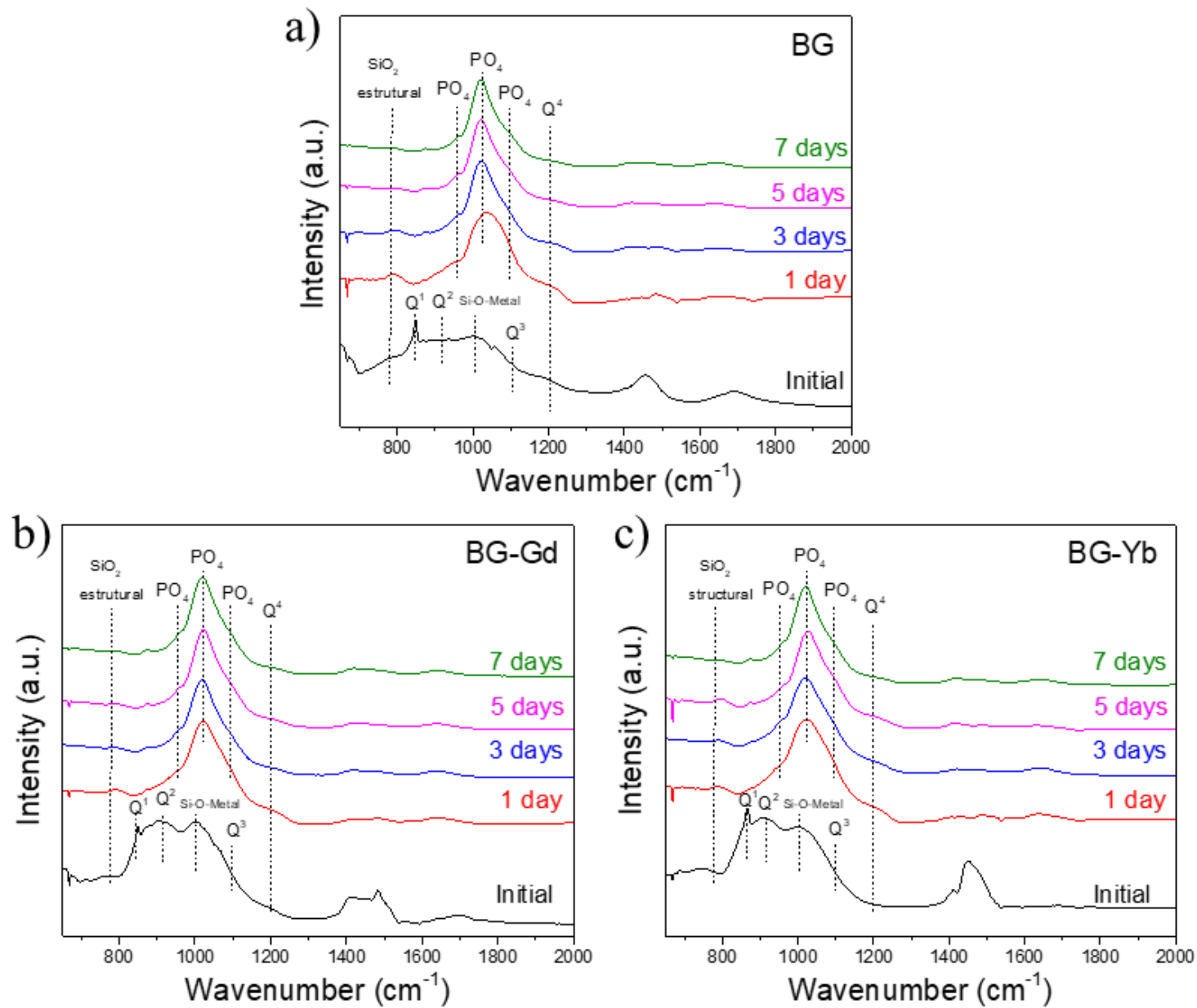
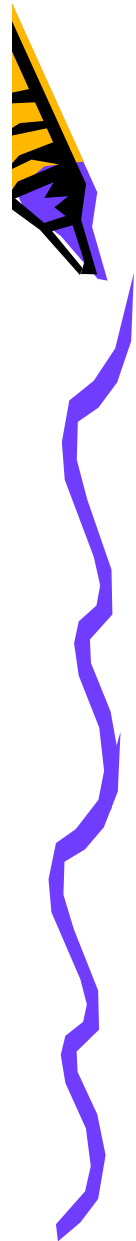
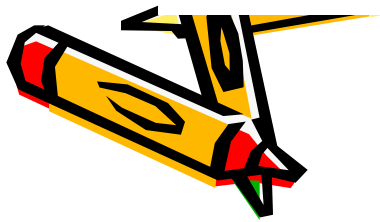


Figure 9 - Fourier transform infrared spectra of (a) BG, (b) BG-Gd and (c) BG-Yb glasses before and after different periods immersed in SBF solution.



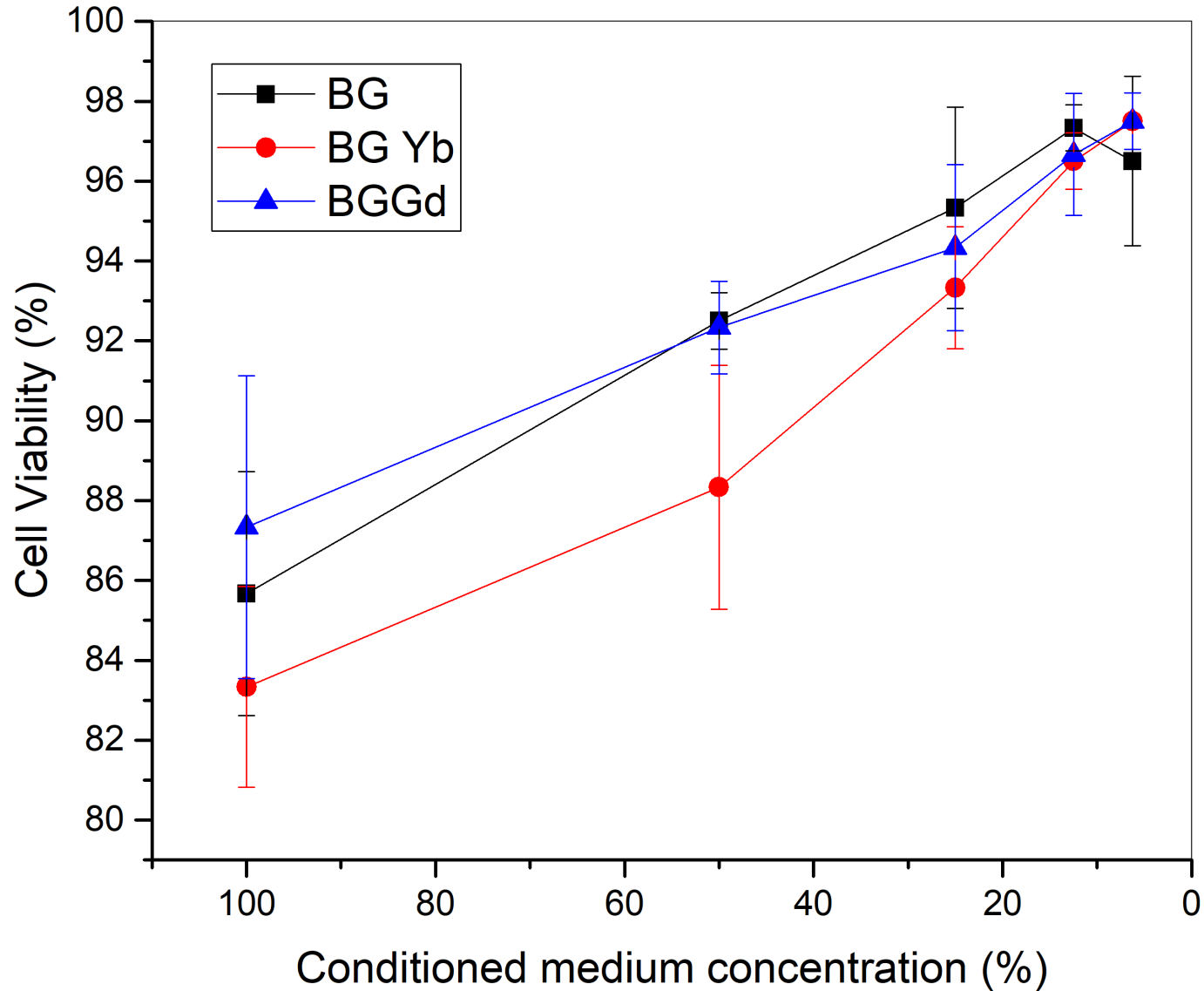
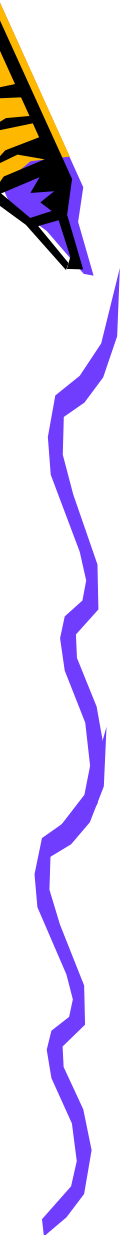


Figure 10 - SHED cell viability in function of different concentrations of the conditioned medium containing dissolution products of BG, BG-Gd and BG-Yb glasses.



Conclusões

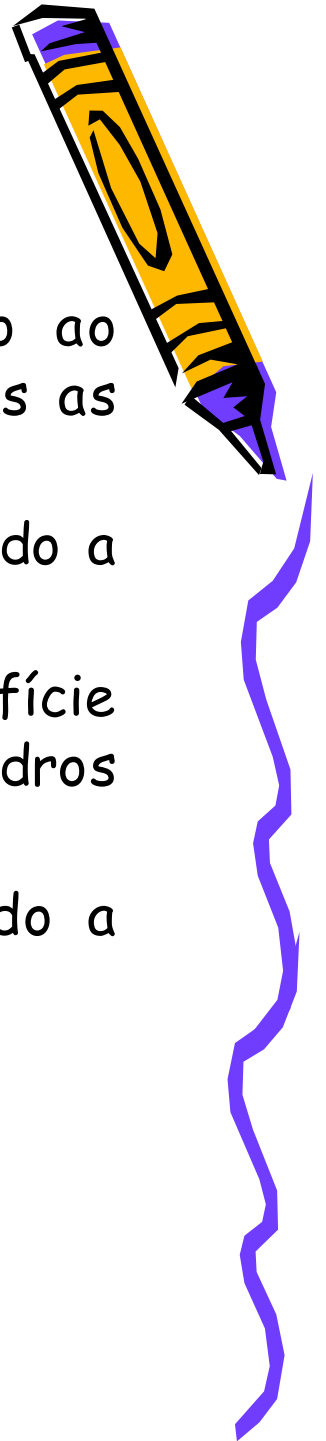
Dissolução: RE diminui a dissolução dos vidros, devido ao caráter mais covalente das ligações Si-O-RE relacionadas as RE que agem como formadores na estrutura dos vidros.

Bioatividade: esse comportamento não é pronunciado devido a força iônica do SBF.

Gd e Yb promovem deposição de fosfato de cálcio na superfície do vidro, sugerindo uma maior bioatividade para os vidros contendo as TR

Citotoxicidade: todos os vidros são biocompatíveis, sendo a viabilidade dose-dependente.

Materiais promissores para a aplicação



Acknowledgments



Facilities support



CENTRAIS
EXPERIMENTAIS
MULTIUSUÁRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

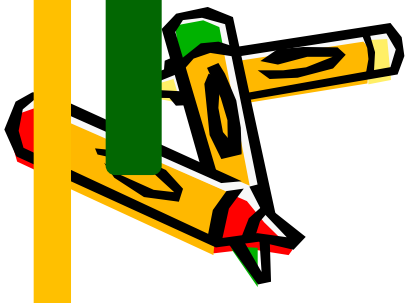
Grants and Financial support



BioMMR

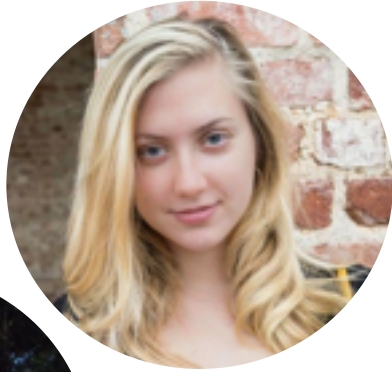
Grupo de Pesquisas em Materiais Biofuncionais,
Engenharia Regenerativa e Biotecnologia

Acknowledgments



BioMMR

Grupo de Pesquisas em Materiais Biofuncionais,
Eng de Tecidos, Medicina Regenerativa e Biotecnologia



Obrigada pela atenção!!

Estou à disposição!!

juliana.marchi@ufabc.edu.br

