



INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

Desenvolvimento e abordagem dosimétrica de nanopartículas de ^{198}Au para aplicação em braquiterapia

BEATRIZ RIBEIRO NOGUEIRA

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações

**Orientadora:
Profa. Dra. Maria Elisa Chuery Martins Rostelato**

**São Paulo
2022**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**Desenvolvimento e abordagem dosimétrica de nanopartículas de ^{198}Au para
aplicação em braquiterapia**

Versão Corrigida

Versão Original disponível no IPEN

BEATRIZ RIBEIRO NOGUEIRA

**Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Aplicações**

**Orientadora:
Profa. Dra. Maria Elisa Chuery Martins
Rostelato**

**São Paulo
2022**

RESUMO

NOGUEIRA, Beatriz R. ***Desenvolvimento e abordagem dosimétrica de nanopartículas de 198-Au para aplicação em braquiterapia.*** 2022. 75 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP. São Paulo.

O câncer é um grande problema de saúde pública mundial, e por este motivo o desenvolvimento de novas metodologias para o tratamento de câncer é de grande importância. Os estudos na área de nanotecnologia estão em amplo crescimento, inclusive para o tratamento de neoplasias malignas. Com isso, uma nova modalidade de braquiterapia com uso de nanopartículas (NPs) vem sendo estudada. O objetivo deste trabalho foi realizar o desenvolvimento de uma síntese para a obtenção de nanopartículas de ouro radioativo ($^{198}\text{AuNPs}$), e caracterização dosimétrica para o uso em braquiterapia de câncer de próstata. Para este trabalho, foi necessário a realização de uma síntese inédita, partindo do ouro metálico radioativo até a obtenção das $^{198}\text{AuNPs}$ já recobertas, e para fins de comparação, foi realizada também a mesma síntese com o ouro não radioativo. O diâmetro hidrodinâmico das $^{198}\text{AuNPs}$ logo após a reação foi de $46,86 \text{ nm} \pm 7,17 \text{ nm}$, e o índice de polidispersão foi de $29,38 \% \pm 0,35 \%$. Os núcleos das nanopartículas produzidas apresentaram diâmetro médio de $7,6 \text{ nm} \pm 3,4 \text{ nm}$. Para a realização da dosimetria TLD, um objeto simulador, manufaturado por impressão 3D foi produzido. Para validar a geometria deste objeto simulador, foi realizada uma simulação com o código MCNP4C (*Monte Carlo N-Particle Transport Code v. 4C*). O resultado da dosimetria experimental com as $^{198}\text{AuNPs}$ foi também validado o código MCNP4C. A simulação por Monte Carlo demonstrou que para pontos maiores que 20 mm, as taxas de dose são inferiores a 0,005 cGy/h e tendem a zero. Os dados experimentais e *in silico* apresentaram comportamentos semelhantes. As taxas de dose obtidas para a distância de 10 mm a partir do centro da fonte de 0,0320 cGy/h. Estes resultados apontam que a braquiterapia com $^{198}\text{AuNPs}$ é promissora, pois poderá entregar a dose focada na região de interesse.

Palavras-chave: nanopartículas de ouro, AuNPs, nanobraquiterapia, dosimetria

ABSTRACT

NOGUEIRA, Beatriz R. **Dosimetric approach and development of 198-Au nanoparticles for brachytherapy application.** 2022. 75 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP. São Paulo.

Cancer is a major public health problem worldwide, and for its new methodologies for cancer treatment of cancer has a major importance. Nanotechnology studies are increasing widely, including for malignant neoplasms treatment. Thus, a new modality of brachytherapy using nanoparticles (NPs) has been studied. The aim of this work was to develop a synthesis for obtaining radioactive gold nanoparticles ($^{198}\text{AuNPs}$), and its dosimetric characterization for prostate cancer brachytherapy. For this work, a new synthesis, starting from radioactive metallic gold until obtaining the coated $^{198}\text{AuNPs}$ was performed. This synthesis was also carried out with non-radioactive gold for comparison purposes. $^{198}\text{AuNPs}$ hydrodynamic diameter (right after the reaction) was $46.86 \text{ nm} \pm 7.17 \text{ nm}$, and its polydispersity index was $29.38 \% \pm 0.35\%$. The nanoparticle nuclei presented a $7,6 \text{ nm} \pm 3,4 \text{ nm}$ diameter size. For TLD dosimetry, a 3D printed phantom was produced. To validate the phantom geometry, a MCNP4C (*Monte Carlo N-Particle Transport Code v. 4C*) simulation was performed. Experimental dosimetry of $^{198}\text{AuNPs}$ was also validated by MCNP4C. Monte Carlo simulation showed that for distances greater than 20 mm, dose rates are less than 0.005 cGy/h and tends to zero with the increase of the distance from the source. A 0.0320 cGy/h dose rate was obtained for 10 mm from the center of the source. These results indicate that $^{198}\text{AuNPs}$ brachytherapy is a promising technique, as it can deliver the dose focused on the region of interest.

Keywords: gold nanoparticles, AuNPs, nanobrachytherapy, dosimetry

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária CEP: 05508-000
Fone/Fax(0XX11) 3133-8908
SÃO PAULO – São Paulo – Brasil
<http://www.ipen.br>

O IPEN é uma Autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento, associada à Universidade de São Paulo e gerida técnica e administrativamente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.
