



Revista Saúde & Ciência  
 (CCBS/UFCG)  
 Ano I, V.1, N° 2,  
 Agosto / Dezembro de 2010

## EFEITOS DO CAMPO ELETROMAGNÉTICO NA FREQUÊNCIA DE 880MHz SOBRE A RESISTIVIDADE MÉDIA DA COLÔNIA DE *Escherichia coli*

Suellen Vieira Dias da Cruz<sup>1</sup>, José Alex Carneiro de Sousa<sup>2</sup>, José Bosco Cruz Júnior<sup>3</sup>, Marcelo Sampaio de Alencar<sup>4</sup>, Fausy Solino Dias<sup>5</sup>

### RESUMO

Este artigo apresenta uma avaliação dos efeitos da radiação não-ionizante (RNI) sobre a curva-padrão de resistividade média da bactéria *Escherichia coli*, utilizando um sinal eletromagnético na frequência de 880 MHz com potência de 10 W, para um estudo comparativo entre as cepas irradiadas e não-irradiadas nas diluições 1.3 e 1.4. Foi utilizada a medida da resistividade média como parâmetro de análise, pela relação direta entre a variação da resistividade média e a alcalinidade do meio. Isso permite relacionar a variação da resistividade média com a função excretora celular. Na análise dos resultados verificou-se uma descaracterização da curva-padrão de resistividade média nas cepas da bactéria submetidas à RNI, observando-se um pico de elevação na terceira hora e valores superiores de resistividade média, quando comparadas às cepas não irradiadas. Esse padrão de resistividade média encontrado nas cepas submetidas à RNI, caracterizado por uma variação positiva da alcalinidade do meio, sugere alteração do metabolismo celular, por aumento da excreção celular.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Escherichia coli*, Radiação Não-Ionizante.

### ELECTROMAGNETIC EFFECTS ON THE FREQUENCY OF 880 MHz OVER AVERAGE RESISTIVITY OF *Escherichia Coli*.

### ABSTRACT

This article presents an evaluation of the effects of Non-Ionizing radiation (NIR) on the standard curve of average resistivity of the bacterium *Escherichia coli*, using an electromagnetic signal at the frequency of 880 MHz with power of 10 W, for a comparative study between the strains non-irradiated and irradiated strains in dilutions 1.3 and 1.4. The average resistivity

<sup>1</sup> Aluna do Curso de Medicina, CCBS, UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: su\_dias@hotmail.com

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Medicina, CCBS, UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: joalex.med@gmail.com

<sup>3</sup> Aluno do Curso de Engenharia Elétrica, CCT, IFPB, João Pessoa-PB. E-mail: jbosco.cruz@yahoo.com

<sup>4</sup> Engenheiro Eletricista, Prof. Titular, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: malencar@dee.ufcg.edu.br

<sup>5</sup> Engenheiro Eletricista, Doutorando, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: fausydias@yahoo.com

was used as a parameter of analysis through the direct relationship between the variation of the average resistivity and the alkalinity of the medium, making it possible to relate the variation of resistivity with the average cellular excretory function. The analysis of the results showed that there was a mischaracterization of the standard curve of average resistivity in the strains of bacteria subjected to RNI; a peak elevation in the third hour; and resistivity values above average compared to non-irradiated strains. This pattern of average resistivity found in the strains subjected to RNI characterized by a positive variation of the alkalinity of the medium suggests an alteration of cellular metabolism, by the increase in the cellular excretion.

**KEY-WORDS:** *Escherichia coli*, *Non-Ionizing Radiation*.

## INTRODUÇÃO

Há relatos sobre respostas comportamentais e fisiológicas de animais de laboratório, incluindo roedores, cachorros e primatas não humanos que incluem fenômenos térmicos relacionados com a radiação de micro-ondas em frequências acima de 10 MHz. Respostas, tanto na termossensibilidade, como na termorregulação, são associadas com o hipotálamo e com receptores térmicos localizados na pele e nas partes internas do corpo.

Diversos efeitos fisiológicos foram caracterizados em estudos com sistemas celulares e animais, em níveis de energia eletromagnética absorvida que causam elevações de temperatura corporal acima de 1 a 2 °C.

Alguns efeitos não térmicos relatados na literatura incluem efeitos nos sistemas nervoso, cardiovascular e imunológico, bem como no metabolismo e em fatores hereditários. Entretanto, nessas áreas os resultados ainda são polêmicos, não existindo conclusões definitivas, o que poderá ainda demorar muitos anos.

Recentemente, os Drs. L. Salford (neurocirurgião) e B. Persson (biofísico) da Universidade de Lund na Suécia mostraram que níveis muito baixos de exposição podem alterar a barreira hemato-encefálica (*Blood Brain*

*Barrier- BBB*), permitindo que substâncias químicas penetrem em neurônios no córtex, no hipocampo e em gânglios basais do cérebro. Esta alteração permanecia ainda evidente quatro semanas após uma única exposição de duas horas, mesmo naqueles níveis baixíssimos de exposição de RNI (NIEHS, 2003).

Também recentemente, foi relatada a indução de proteínas de choque térmico (HSP- *Heat-Shock Proteins*) em vermes do tipo nematóides (*Caenorhabditis elegans*) com exposição prolongada a campos eletromagnéticos de baixa intensidade, o que foi atribuído a mecanismos não térmicos que podem também ocorrer em tecidos humanos. Isto sugere então que os limites atuais de exposição devem ser reconsiderados (SALLE'S, 2003).

Reverendo a literatura, observa-se que à medida que as pesquisas avançam e novos resultados aparecem, as normas são atualizadas e novos limites mais restritivos são sugeridos. Entre as muitas dúvidas ainda não esclarecidas é possível ressaltar, por exemplo, como o campo eletromagnético atua em determinadas estruturas, como: nos cromossomos ou nas moléculas de DNA que constituem os genes e na alteração da mobilidade dos íons (p.ex., de cálcio), particularmente em tecidos do cérebro e nas propriedades eletrofisiológicas das células nervosas.

Mais recentemente, tem havido interesse considerável nos possíveis efeitos carcinogênicos da exposição à intensidade de campo eletromagnético com frequências na faixa ocupada por sistemas de comunicação largamente utilizados, desde o serviço limitado (30 MHz), passando pelos serviços de radiodifusão (54MHz a 108 MHz), serviços de radionavegação (108 MHz a 118 MHz) e móveis aeronáuticos (118 MHz a 136 MHz), chegando ao serviço móvel pessoal, o qual chama mais atenção.

Há muitos relatórios sugerindo que a intensidade de campos eletromagnéticos não são mutagênicos e, portanto, é improvável que a exposição a estes campos possa iniciar a carcinogênese. Em contraste, alguns relatórios recentes sugerem que a exposição de roedores a esses campos, pode produzir rupturas no filamento de DNA de testículos e de tecidos do cérebro. Contudo, nos estudos realizados referentes a este tema, a comunidade científica mundial apontou algumas

deficiências metodológicas, que poderiam ter afetado esses resultados, de forma significativa (HYLAND, 2000).

Devido à divergência sobre os reais efeitos da radiação não-ionizante, essa pesquisa buscou analisar o efeito da frequência de 880 MHz sobre a resistividade média da bactéria *Escherichia coli* (L/B liofilizadas de *Escherichia coli* derivada ATCC 25922), uma vez que a resistividade média varia proporcionalmente com a alcalinidade do meio de cultura, e que uma variação deste padrão pode sugerir uma alteração do metabolismo celular, com aumento da excreção celular ou aumento da permeabilidade da membrana celular.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no laboratório de efeitos biológicos das radiações não-ionizantes (LabRNI), localizado no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, com o apoio do Instituto de Estudos Avançados de Comunicações (Iecom).

No início do estudo, para garantir apenas a existência de *Escherichia coli* (L/B liofilizadas de *Escherichia coli* derivada ATCC 2592) no meio de cultura, preparou-se o TSB<sup>6</sup>, que é um meio para o não crescimento seletivo de outros micro-organismos e ativação das bactérias liofilizadas.

Após essa etapa, realizou-se o preparo do caldo de TSB, obtido após acrescentar a 10 ml do TSB em um tubo de ensaio, 50 µl da solução contendo a cepas controle *E. coli*. Eles foram denominados de matrizes, servindo com base para as diluições subsequentes.

• Tubo 1.1 (100 µl da solução matriz + 9 ml de soro fisiológico).

• Tubo 1.2 (100 µl da solução 1.1 + 9 ml de soro fisiológico).

• Tubo 1.3 (100 µl da solução 1.2 + 9 ml de soro fisiológico).

• Tubo 1.4 (100 µl da solução 1.3 + 9 ml de soro fisiológico).

• Tubo 1.5 (100 µl da solução 1.4 + 9 ml de soro fisiológico).

• Tubo 1.6 (100 µl da solução 1.5 + 9 ml de soro fisiológico).

A etapa seguinte constou da preparação do meio de cultura EMB<sup>7</sup>, específico para o crescimento de *E. coli*, para o início da semeadura das cepas. Esse processo foi realizado utilizando 20 ml de EMB em uma placa de Petri pequena e 50 µl da amostra diluída foram colocados na superfície do caldo com o auxílio de uma pipeta automática, realizando a técnica do espalhamento superficial. Essas placas de Petri foram levadas para a estufa a  $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ , sendo mantidas, por 10 horas, para desenvolvimento das Unidades Formadoras de Colônias (UFC).

A medida da impedância das cepas foi realizada com um multímetro. As pontas do instrumento foram introduzidas no meio de cultura, considerando o eixo das ordenadas e das abscissas. A média ponderada dos valores encontrados para abscissa e ordenada forneceu os valores de resistividade média.

Esse procedimento foi repetido a cada hora, durante o intervalo de oito horas ininterruptas, para cada amostra (placa Petri com EMB + diluição específica). Após obter o padrão de resistividade média das cepas de *Escherichia coli*, foram realizados os

<sup>6</sup> TSB - Triptona Soja Caldo— usado para crescimento de bactérias em geral, inclusive pneumococos

<sup>7</sup> EMB – Eosina Azul de Metileno Agar - meio para isolamento e identificação de coliformes e outras enterobactérias. Permite diferenciar microrganismos que fermentam a lactose ou a sacarose, dos microrganismos não fermentadores. Os microrganismos lactose (+) e/ou sacarose (+) produzem colônias violeta escuro por acidificação do meio, que podem ser acompanhadas de um reflexo metálico. Os microrganismos não fermentadores produzem colônias incolores ou ligeiramente rosa. A presença de dois corantes inibe o crescimento de bactérias Gram-positivas.

mesmos procedimentos acima descritos para as cepas submetidas à RNI na frequência de 880 MHz.

As diluições 1.3 e 1.4 foram escolhidas para serem irradiadas por apresentarem um padrão de resistividade média sem grandes variações.

## RESULTADOS

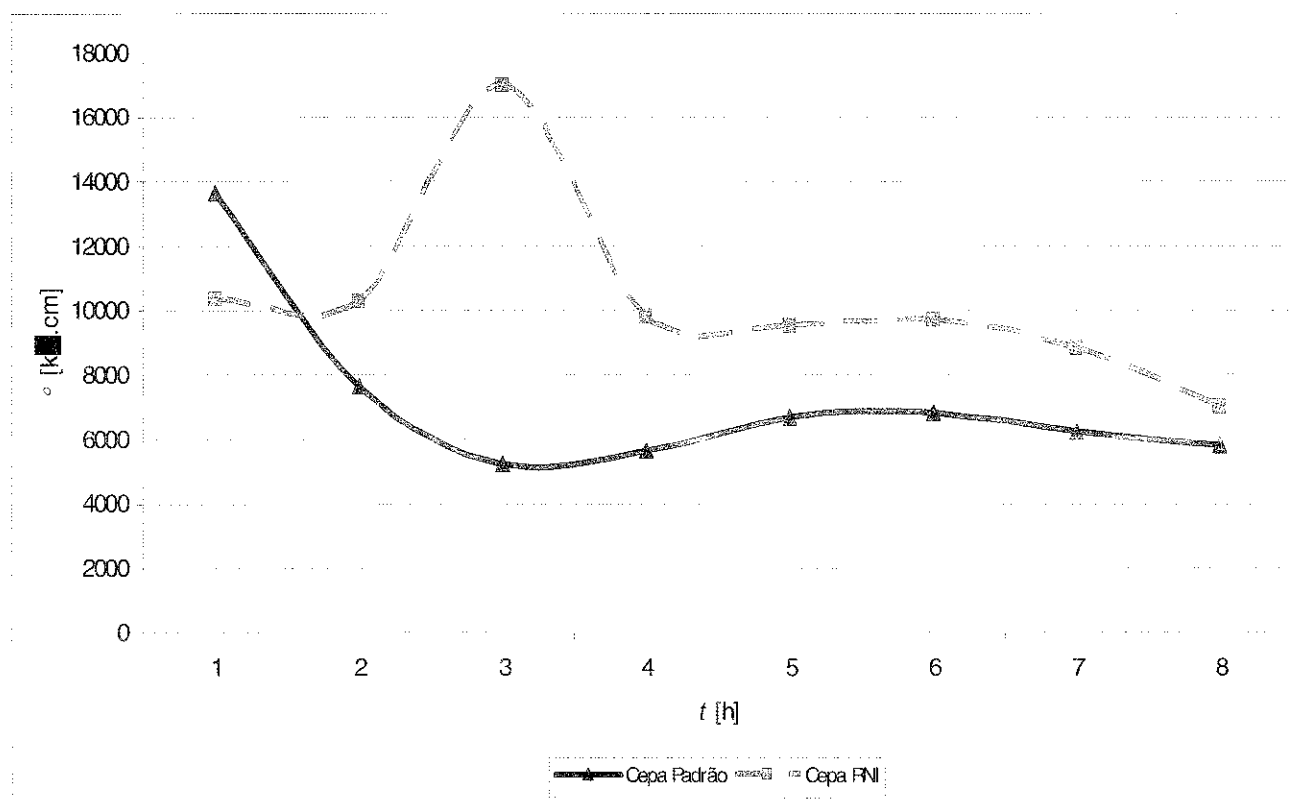
A escolha da bactéria *E. coli* para esta pesquisa foi motivada por ser um micro-organismo bem estudado e com uma estrutura celular simples.

Ao realizar uma análise comparativa entre as cepas irradiadas e não-irradiadas na diluição 1.3, observou-se na (Figura 1) uma queda exponencial na curva-padrão de resistividade média das cepas não-irradiadas até a 3ª hora, tendendo a estabilizar-

se em 6.000 k $\Omega$ .cm. Na curva-padrão de resistividade média das cepas irradiadas, observou-se um aumento exponencial dos valores entre a 2ª e 3ª hora de medidas, quando ocorre um pico de 16.973 k $\Omega$ .cm.

Após a 4ª hora, há uma tendência a estabilização da curva de resistividade média, contudo mantendo valores superiores aos das cepas não-irradiadas.

Para a diluição 1.4 observa-se, na Figura 2, (pág. 79), que a curva-padrão de resistividade média das cepas irradiadas apresentou um crescimento exponencial até a 3ª hora (pico de 16.000 kW.cm); e no intervalo entre a 3ª e a 5ª hora, uma redução exponencial nos valores de resistividade média, mantendo sempre valores superiores aos das cepas não irradiadas.



**Figura 1.** Resistividade média/h das cepas submetidas e não submetidas ao sinal eletromagnético na frequência de 850 MHz, na diluição 1.3.

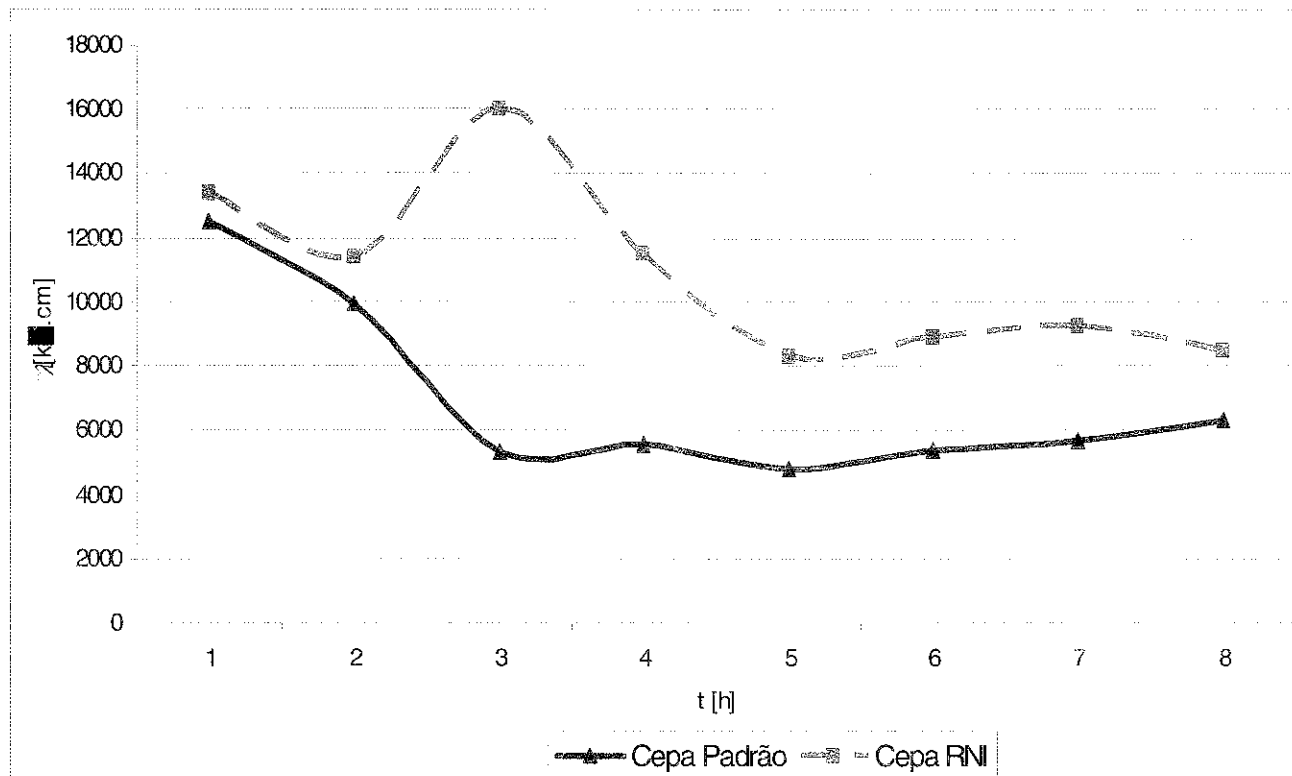


Figura 2. Resistividade média/h das cepas submetidas e não submetidas ao sinal eletromagnético na frequência de 880 MHz, na diluição 1.4.

## CONCLUSÕES

As curvas-padrões de resistividade média das cepas de *E. coli* submetidas ao campo eletromagnético na frequência de 880 MHz, nas diluições 1.3 e 1.4, apresentaram um pico na 3ª hora descaracterizando a curva-padrão de resistividade média da *E. coli* para essas diluições, como também a curva-padrão das cepas irradiadas apresentou valores superiores.

Este fato deve-se a uma alteração na alcalinidade do meio de cultura, que varia proporcionalmente à resistividade média, sugerindo um aumento de substâncias no meio de cultura, por prováveis distúrbios do metabolismo celular (aumento da excreção celular). Contudo, ainda são necessários estudos mais detalhados, com a utilização da espectrofotometria, para esclarecer

quais são esses distúrbios do metabolismo celular e quais as substâncias envolvidas.

## REFERÊNCIAS

- HYLAND, G.J. Relatório sobre Telefones Celulares e Saúde – Impactos potenciais adversos da telefonia móvel sobre a saúde, Departamento de Física, Universidade de Warwick, Coventry – RU;p. 51-53, 2000.
- SALLES, A. A. Simulações da SAR na Cabeça e Antenas Planares para Telefones Móveis, Departamento de Engenharia Elétrica, UFRGS, Porto Alegre – RS, 2003.
- NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences) *Environmental Health Perspectives*, 2003 Apr. Disponível em: [www.chponline.org](http://www.chponline.org). Acessado em dezembro de 2007.