

CYRO ALBUQUERQUE NETO

**MODELO INTEGRADO DOS SISTEMAS TÉRMICO
E RESPIRATÓRIO DO CORPO HUMANO**

São Paulo
2010

CYRO ALBUQUERQUE NETO

**MODELO INTEGRADO DOS SISTEMAS TÉRMICO
E RESPIRATÓRIO DO CORPO HUMANO**

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo
para obtenção do título
de Doutor em Engenharia

São Paulo
2010

CYRO ALBUQUERQUE NETO

**MODELO INTEGRADO DOS SISTEMAS TÉRMICO
E RESPIRATÓRIO DO CORPO HUMANO**

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo
para obtenção do título
de Doutor em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia Mecânica

Orientador:
Prof. Dr. Jurandir Itizo Yanagihara

São Paulo
2010

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, de dezembro de 2010.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Albuquerque Neto, Cyro

Modelo integrado dos sistemas térmico e respiratório do corpo humano / C. Albuquerque Neto. -- ed.rev. -- São Paulo, 2010.

186 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Transferência de calor 2. Massa (Transferência) 3. Bioengenharia 4. Sistema respiratório 5. Corpo humano (Modelagem matemática) I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecânica II. t.

Agradecimentos

Ao Jurandir Itizo Yanagihara, pela orientação. Ao Maurício Silva Ferreira e ao Fábio Turri, autores das principais referências deste trabalho. Ao Fernando Fernandes Chaves e ao Leandro de Moraes, pela otimização do programa computacional. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte ao projeto.

Resumo

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo matemático dos sistemas térmico e respiratório humanos que permita, a partir das condições do ambiente e do nível de atividade física, determinar a distribuição da temperatura e das concentrações de oxigênio e dióxido de carbono ao longo do corpo. No modelo representou-se o corpo humano dividido em quinze segmentos: cabeça, pescoço, tronco, braços, antebraços, mãos, coxas, pernas e pés. Cada segmento contém um compartimento arterial e um compartimento venoso, os quais representam os grandes vasos. O sangue nos pequenos vasos foi considerado juntamente com os tecidos – músculo, gordura, pele, osso, cérebro, pulmão, coração e vísceras. Os gases – O_2 e CO_2 – são transportados pelo sangue e armazenados nos tecidos, dissolvidos e reagidos quimicamente. Nos tecidos ocorre metabolismo, que consome oxigênio e produz dióxido de carbono e calor. A pele troca calor com o ambiente por condução, convecção, radiação e evaporação. O trato respiratório o faz pela ventilação, por convecção e evaporação. Nos pulmões ocorre transferência de massa, por difusão entre um compartimento alveolar e diversos compartimentos capilares pulmonares. Para modelar o transporte de massa e o transporte de calor nos tecidos foram usadas duas formas distintas. No caso da transferência de massa, os tecidos foram representados por compartimentos nos segmentos modelados. No caso da transferência de calor, foram representados por camadas nos segmentos, sendo que estes ora têm a geometria de um cilindro (seção transversal circular), ora a de um paralelogramo – no caso das mãos e dos pés. O sistema regulador do corpo humano foi dividido em quatro formas de atuação: metabolismo, circulação, ventilação e sudorese. O metabolismo varia com o calafrio (que depende da temperatura corporal) e a atividade física; a circulação depende da concentração dos gases no corpo, da temperatura e do metabolismo; a ventilação, da concentração dos gases; a sudorese, da temperatura. Para solucionar as equações diferenciais do modelo foram usados métodos numéricos implícitos. As equações diferenciais parciais foram discretizadas pelo método dos volumes finitos. Comparações com trabalhos experimentais encontrados na literatura mostraram que o modelo é adequado para representar variações climáticas, exposições a quantidades reduzidas de oxigênio e elevadas de dióxido de carbono, e situações de exercício físico. Outros resultados gerados pelo modelo demonstraram que acidentes de descompressão tornam-se mais severos quando associados à queda da temperatura ambiente, por causa do aumento do consumo de O_2 pelo calafrio. Este também aumenta o risco de uma intoxicação por CO_2 , devido ao aumento da sua produção. O modelo mostrou-se ainda capaz de prever diversas interações entre os sistemas térmico e respiratório, como a diminuição da temperatura corpórea pelo aumento da ventilação (que depende das concentrações de O_2 e CO_2), ou a diminuição da pressão parcial dos gases nos segmentos mais extremos, em consequência do efeito da temperatura na capacidade do sangue de transportá-los.

Palavras-chave: Bioengenharia. Modelagem matemática. Biotransferência de calor. Sistema respiratório.

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

