



REMAT

Revista Eletrônica da Matemática

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul



Modelagem Matemática da temperatura do corpo humano: possíveis contribuições na formação de professores de Matemática

Greice da Silva Lorenzetti Andreis

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Caxias do Sul, RS, Brasil
greice.andreis@caxias.ifrs.edu.br

Rodrigo Sychocki da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Caxias do Sul, RS, Brasil
rodrigo.silva@caxias.ifrs.edu.br

Resumo

O relato de experiência exposto aqui consiste na utilização da modelagem na formação de professores de Matemática. A atividade proposta foi aplicada em uma turma do último semestre do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Caxias do Sul, na disciplina de Modelagem Matemática, no ano de 2014. A proposta consiste em envolver os futuros docentes em atividades que contenham modelagem, mais especificamente através de uma atividade que eles possam utilizar futuramente em suas aulas de Matemática. A partir dos modelos matemáticos construídos pelos estudantes, percebe-se que esta é uma oportunidade para, através da Modelagem Matemática, abordar e discutir diversos conceitos envolvendo funções trigonométricas.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Formação de Professores. Temperatura Corporal. Funções Trigonométricas.

Abstract

The experience report exposed here consists in the use of modeling in the training of mathematics teachers. The proposal activity was applied in a class last semester of the Bachelor's Degree in Mathematics of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul, Caxias do Sul Campus in discipline Mathematics Modeling in the year 2014. The proposal is to involve future teachers in activities containing modeling, specifically through activity that they can use in their future math classes. From the mathematical models constructed by the students realize that this is an opportunity to, through the Mathematical Modeling, approach and discuss various concepts involving trigonometric functions.

Keywords: Mathematical Modeling. Teacher training. Body temperature. Trigonometric functions.

1. Introdução: Modelagem Matemática e seu uso em sala de aula

A modelagem pode ser utilizada como estratégia para desafiar o estudante no interesse por novos assuntos (BIEMBENGUT; HEIN, 2011). Dessa forma, o contato de licenciandos em Matemática com atividades de modelagem é uma oportunidade de crescimento e de enriquecimento das estratégias que, possivelmente, poderão ser utilizadas por esses futuros profissionais.

A modelagem matemática propõe que, através da ação e da investigação de situações-problema, é possível construir conhecimento matemático. Durante o estudo de determinado problema, é oportunizado que os sujeitos envolvidos construam diferentes esquemas e estratégias,

com o objetivo de formular e de investigar suas hipóteses. Trata-se, portanto, de um processo onde, de maneira progressiva, são elaborados e estruturados os conceitos matemáticos envolvidos no estudo de determinada proposta. Sobre isso, Brasil (2006, p. 85) expõe:

Ante uma situação-problema ligada ao “mundo real”, com sua inerente complexidade, o aluno precisa mobilizar um leque variado de competências: selecionar variáveis que serão relevantes para o modelo a construir; problematizar, ou seja, formular o problema teórico na linguagem do campo matemático envolvido; formular hipóteses explicativas do fenômeno em causa; recorrer ao conhecimento matemático acumulado para a resolução do problema formulado, o que, muitas vezes, requer um trabalho de simplificação quando o modelo originalmente pensado é matematicamente muito complexo; validar, isto é, confrontar as conclusões teóricas com os dados empíricos existentes; e eventualmente ainda, quando surge a necessidade, modificar o modelo para que esse melhor corresponda à situação real, aqui se revelando o aspecto dinâmico da construção do conhecimento.

Bassanezi (2002) elucida que ao investigar determinado fenômeno, ao mesmo tempo em que as ideias são construídas, elas também são reconstruídas; em uma tentativa de melhorar a compreensão sobre a realidade. A elaboração de um possível modelo matemático constitui uma etapa importante durante a investigação, pois possibilita ao sujeito envolvido desenvolver e agir sobre diferentes representações para o fenômeno presente na realidade. Sobre esse trabalho de agir sobre a realidade, Bassanezi (2002, p. 24) apresenta:

Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual. A modelagem é eficiente a partir do momento que nos conscientizamos que estamos trabalhando com aproximações da realidade, ou seja, que estamos elaborando sobre representações de um sistema ou parte dele.

Logo, a modelagem matemática consiste em um gradual processo, onde o sujeito desenvolve suas estratégias e formas para analisar e investigar determinada situação-problema. Consiste em um método para a aprendizagem da matemática, pois envolve o desenvolvimento de um comportamento investigativo e reflexivo durante sua ação sobre o problema matemático. Pode-se dizer que não se restringe apenas na apropriação dos conceitos e ideias limitados pela situação-problema investigada. Em determinada investigação, surge também a possibilidade de abordar conceitos e ideias que estão na periferia do problema principal, complementando o estudo central da investigação. Sobre as contribuições da modelagem matemática para o desenvolvimento dos estudantes, Bassanezi (2002, p. 38) discute

Com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não se dá mais no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado de interação do aluno com seu ambiente natural. Na modelação, a validação de um modelo pode não ser uma etapa prioritária. Mais importante do que os modelos obtidos é o processo utilizado, a análise crítica e sua inserção no contexto sociocultural. O fenômeno modelado deve servir de plano de fundo ou motivação para o aprendizado das técnicas e conteúdos da própria matemática. As discussões sobre esse tema escolhido

favorecem a preparação do estudante como elemento participativo na sociedade em que vive.

Chave e Santo (2011) sugerem que a modelagem matemática aplicada em sala de aula possa ser trabalhada de três formas. Na primeira, o professor é responsável pela escolha do tema, elaboração da problematização, coleta e simplificação de dados. Nesse caso, o estudante participa apenas da tradução do problema, da resolução, da análise da solução e da validação. Uma segunda possibilidade é o estudante participar a partir da coleta de dados. No terceiro caso, a escolha do tema parte do estudante. Na atividade de modelagem descrita aqui, realizada com estudantes do 8º semestre do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Caxias do Sul, eles participaram a partir da coleta de dados, ficando a cargo do professor estabelecer a definição do tema e elaborar a problematização. Essa atividade de modelagem é descrita na seção seguinte.

2. Da concepção à criação do modelo matemático

A sistemática da atividade ocorreu em duas etapas. Na primeira etapa, no início do semestre, foi proposto à turma o tema **Temperatura do corpo humano**, com a seguinte problematização: **A temperatura do corpo humano varia ao longo do dia?** Havia dúvidas entre os estudantes sobre a existência desta variação e, existindo, de como ela seria. Solicitou-se, então, uma coleta de dados: **Com o auxílio de um termômetro, faça a medição de sua temperatura, no intervalo de 3 em 3 horas, durante 7 dias, e registre em uma tabela.**

Passado o tempo, com os dados coletados, os estudantes puderam desenvolver a segunda etapa da atividade, que levou em torno de 100 minutos (dois períodos de aula). Inicialmente, eles foram questionados se havia ou não variação da temperatura do corpo humano ao longo do dia. Com seus registros, puderam confirmar a existência dessa variação, conforme se observa nos exemplos de registros do Estudante A (Quadro 1) e do Estudante B (Quadro 2). O Estudante A coletou dados por dois dias, enquanto que o Estudante B coletou por quatro dias.

Quadro 1 – Registros da temperatura corporal do Estudante A.

Horário (1º dia)	Temperatura (°C)	Horário (2º dia)	Temperatura (°C)
2h	35,3	2h	35,4
5h	35,4	5h	35,4
8h	35,9	8h	35,9
11h	35,9	11h	35,9
14h	36,2	14h	36,2
17h	36,0	17h	36,0
20h	35,8	20h	–
23h	35,3	23h	–

Fonte: Dados fornecidos pelo Estudante A.

Quadro 2 – Registros da temperatura corporal do Estudante B.

Horário (1º dia)	T(°C)	Horário (2º dia)	T(°C)	Horário (3º dia)	T(°C)	Horário (4º dia)	T(°C)
1h	35,7	1h	35,9	1h	35,8	1h	36,2
4h	35,5	4h	–	4h	35,7	4h	35,9
7h	36,0	7h	36,0	7h	–	7h	36,5
10h	36,2	10h	36,3	10h	36,7	10h	35,9
13h	36,5	13h	36,4	13h	36,7	13h	36,3
16h	36,8	16h	36,5	16h	36,8	16h	36,5
19h	–	19h	36,3	19h	36,1	19h	36,0
22h	–	22h	36,2	22h	36,0	22h	36,0

Fonte: Dados fornecidos pelo Estudante B.

Percebida a variação da temperatura, os estudantes foram questionados sobre quais seriam as possíveis causas. Com o auxílio da internet, os alunos foram orientados a realizar uma pesquisa sobre os motivos que levam à variação da temperatura do corpo humano ao longo do dia. Diversas hipóteses foram apresentadas pelos estudantes no decorrer da atividade. Dentre as principais causas relacionadas à variação da temperatura do corpo humano destacadas pelo grupo, pode-se citar:

1. A variação térmica do corpo é um fenômeno natural que serve para manter a temperatura do corpo estável, em torno dos 37°C (MAGALHÃES et al., 2001).
2. A variação fica em torno de 0,6°C, mesmo quando o organismo está exposto a grandes variações de frio ou calor (MAGALHÃES et al., 2001). Além disso, o corpo humano não suporta grandes variações internas (42°C – proteínas começam a cozinhar; 20°C – parada cardíaca) (MUNDO ESTRANHO, 2014).
3. Geralmente a temperatura do corpo é menor pela manhã, aumenta ao longo do dia e torna-se maior no início da noite (MAGALHÃES et al., 2001).
4. A temperatura pode elevar-se durante as refeições, a prática de exercícios, a gravidez ou a ovulação (CARVALHO, 2014).
5. Hipertermia: elevação da temperatura do corpo (a febre é uma defesa do organismo). Hipotermia: temperatura do corpo abaixo de 35°C (MUÑOZ et al., 2004).
6. O momento da morte por ser estimado a partir da temperatura do corpo:

$$T(t) = 68 + 30,6e^{-0,0676t}$$

onde $t = 0$ é o instante da morte (MARINHO; GALVÃO, 2011).

7. No organismo, o calor é produzido por exercícios musculares, assimilação de alimentos e processos metabólicos vitais. O calor pode ser perdido por radiação, condução,

convecção e evaporação de água através da pele e das vias respiratórias (MAGALHÃES et al., 2001).

Após uma discussão envolvendo as possíveis causas para a variação da temperatura, os estudantes utilizaram o software Scilab¹ para plotar os dados coletados (temperatura em função do tempo). A sintaxe utilizada no software pelo Estudante A foi a seguinte:

```
t1 = [2 5 8 11 14 17 20 23];
t2 = [26 29 32 35 38 41];
T1 = [35.3 35.4 35.9 35.9 36.2 36.0 35.8 35.3];
T2 = [35.4 35.4 35.9 35.9 36.2 36.0];
plot(t1,T1,'.b',t2,T2,'*r')
```

onde t1 representa o vetor das horas do primeiro dia, t2 o vetor das horas do segundo dia, e T1 e T2 os vetores com as respectivas temperaturas.

O Estudante B estruturou os vetores das horas diárias de uma forma diferente. Utilizou as horas do dia e acrescentou 24 horas a cada dia com a reescrita de t2, t3 e t4. Observa-se que houve a necessidade de escrever os três vetores, pois o Estudante B não possuía todas as medições, conforme pode ser observado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** A sintaxe utilizada no software por este estudante foi a seguinte:

```
t1 = [1 4 7 10 13 16];
t2 = [1 7 10 13 16 19 22];
t3 = [1 4 10 13 16 19 22];
t4 = [1 4 7 10 13 16 19 22];
t2 = t2 + 1*24;
t3 = t3 + 2*24;
t4 = t4 + 3*24;
T1 = [35.7 35.5 36 36.2 36.5 36.8];
T2 = [35.9 36 36.3 36.4 36.5 36.3 36.2];
T3 = [35.8 35.7 36.7 36.7 36.8 36.1 36];
T4 = [36.2 35.9 36.5 35.9 36.3 36.5 36 36];
plot(t1,T1,'.b',t2,T2,'*r',t3,T3,'og',t4,T4,'sm')
```

Em seguida, o grupo de estudantes foi orientado a modelar a temperatura do seu corpo ao longo do dia, ou seja, a partir da visualização gráfica dos dados coletados, obter uma função que possivelmente modelasse o problema. Nesse momento, vários questionamentos e comentários foram feitos pelos alunos sobre as possíveis famílias de funções a serem utilizadas. Depois de concluírem que seriam funções do tipo senoidal por tentativa e erro, lembraram-se da pesquisa realizada na internet (temperatura média de 37°C e variação de 0,6°C), e começaram a argumentar sobre os possíveis deslocamentos e período da função.

Após a discussão, todos os estudantes apresentaram modelos diferentes e que envolviam funções trigonométricas. O Estudante A construiu o seguinte modelo

$$T(t) = 0,45 \sin\left(\frac{\pi t}{12} - 2\right) + 35,7$$

¹Software livre. Disponível em: <<http://www.scilab.org/download/5.5.1>>. Acesso em: 30 set. 2014.

conforme Figura 1, e o Estudante B construiu a função

$$T(t) = -0,65 \cos\left(\frac{\pi t}{12}\right) + 36,15$$

de acordo com a Figura 2. Observa-se que, em ambos os casos, obtiveram-se modelos satisfatórios. Os demais modelos da turma diferiram pelos coeficientes, particulares de cada um de acordo com as medições da própria temperatura. Como exemplo, pode-se citar os modelos obtidos pelos estudantes C e D, respectivamente,

$$T(t) = 36 + 0,6 \sin\left(\frac{\pi}{12}(t - 36)\right)$$

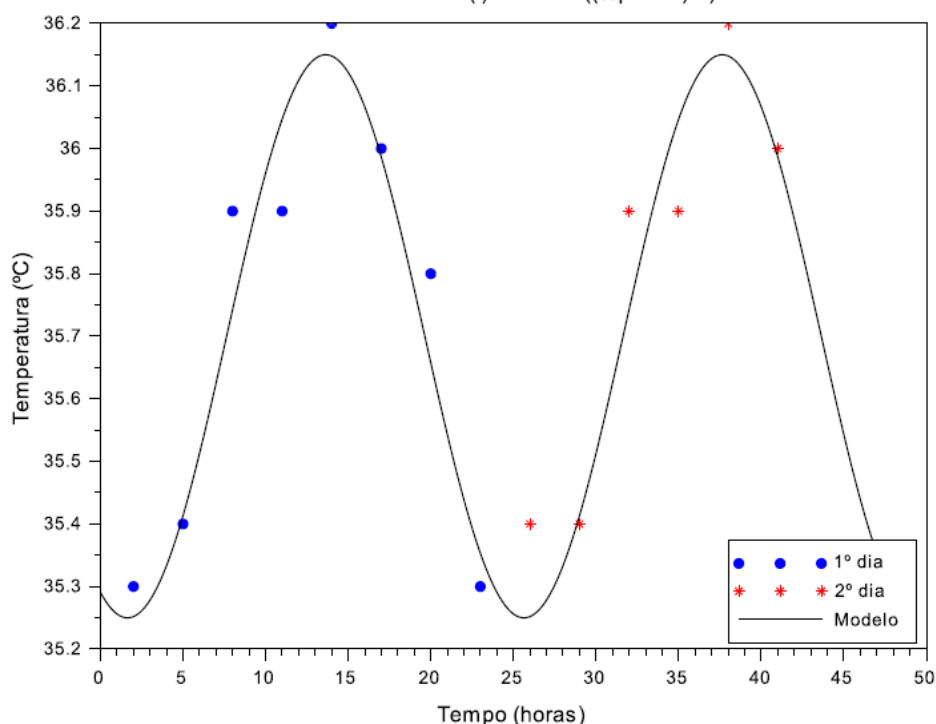
$$T(t) = -0,6 \cos\left(\frac{\pi t}{12}\right) + 36$$

O Estudante C realizou a coleta de dados por seis dias e constatou uma elevação da temperatura ao longo dos dias, o que tornou seu modelo não tão satisfatório (Figura 3), pois neste caso a variação da temperatura poderia estar sofrendo influência de outros fatores, diferentes das hipóteses consideradas inicialmente. A sintaxe utilizada no software para as construções gráficas foi (considera-se o caso do Estudante A):

```
t=0:0.01:24*2;
T=0.45*sin((%pi*t/12)-2)+35.7;
plot(t1,T1,'.b',t2,T2,'*r',t,T,'k')
xtitle('Modelo matemático: T(t)=0.45*sin((%pi*t/12)-2)+35.7')
xlabel('Tempo (horas)')
ylabel('Temperatura (°C)')
legend(['1° dia','2° dia','Modelo'],4);
```

Figura 1 – Variação da temperatura corporal do Estudante A.

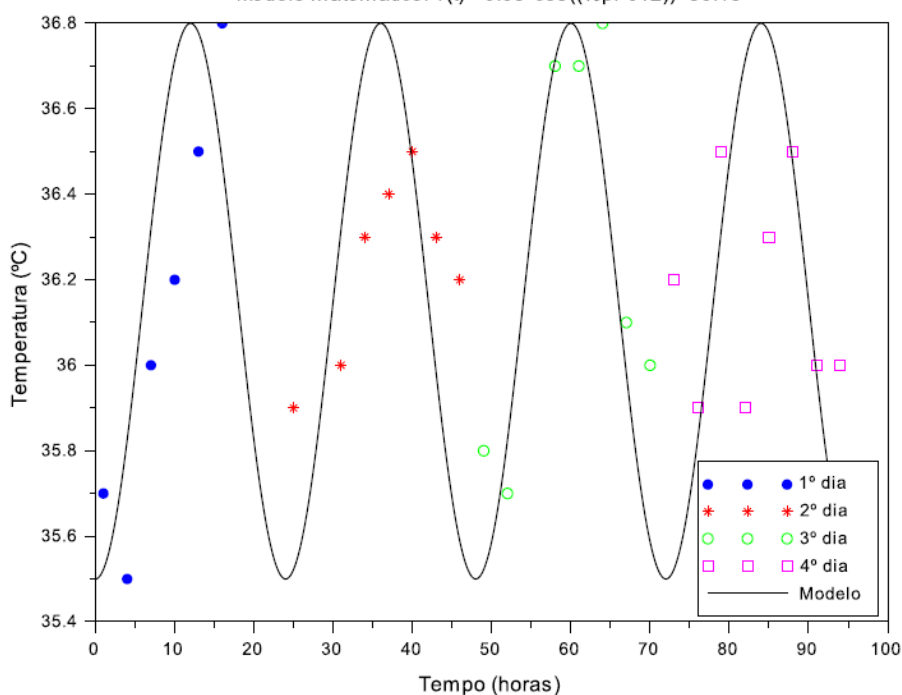
Modelo matemático: $T(t)=0.45 \cdot \sin\left(\frac{\pi t}{12}\right) - 2 + 35.7$



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 2 – Variação da temperatura corporal do Estudante B.

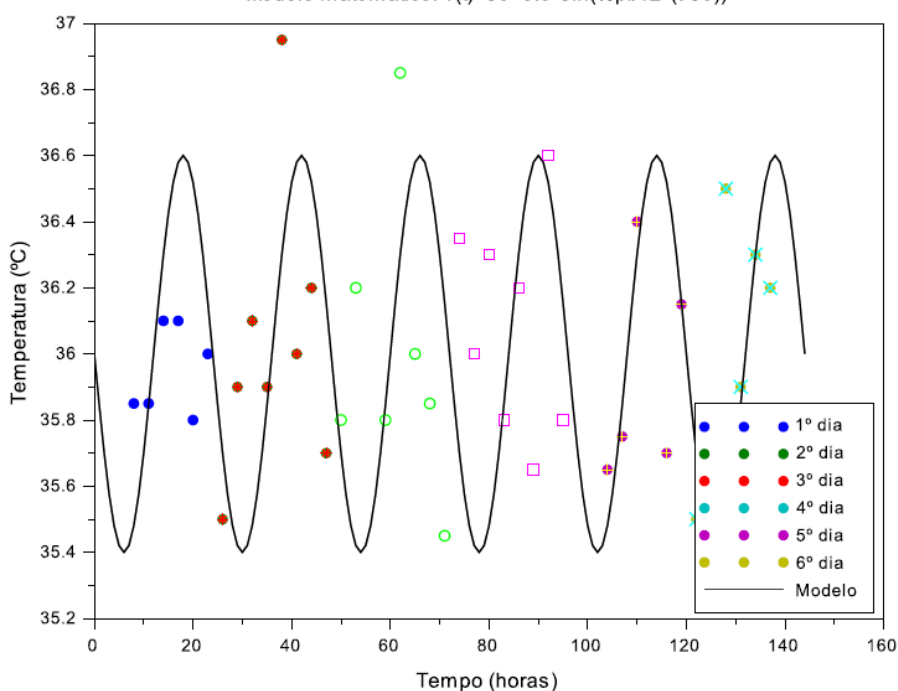
Modelo matemático: $T(t) = -0.65 \cdot \cos(\frac{\pi}{12}t) + 36.15$



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 3 – Variação da temperatura corporal do Estudante C.

Modelo matemático: $T(t) = 36 + 0.6 \cdot \sin(\frac{\pi}{12}(t-36))$



Fonte: Arquivo pessoal.

3. Reflexões finais

Constata-se que o envolvimento dos estudantes na criação de um possível modelo matemático para a compreensão do fenômeno da variação da temperatura no corpo humano foi o

elemento determinante no desenvolvimento da proposta. O processo que se iniciou na etapa da coleta de dados, na formulação de possíveis hipóteses e no uso da tecnologia para a criação de um possível modelo matemático constituiu-se em uma progressiva evolução e construção de conceitos matemáticos envolvendo funções trigonométricas. As discussões realizadas durante a execução da proposta permitiram verificar que os estudantes, gradualmente, compreenderam as ideias do fenômeno investigado à medida que avançavam na criação, verificação e validação/reformulação de hipóteses. Portanto, verifica-se, com a proposta, que a investigação e a construção de possíveis modelos matemáticos partindo-se de um determinado tema aliado ao uso de recursos tecnológicos transformaram o ambiente de sala de aula em um espaço potencialmente rico e desafiador, instigando nos estudantes reflexões sobre o seu processo de formação.

Referências

- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed., São Paulo: Contexto, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciência da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, v. 2, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2014.
- CARVALHO, R. **Efeitos do calor**: quais as principais reações orgânicas às altas temperaturas. Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Disponível em: <<http://www.isaudebahia.com.br/noticias/detalhe/noticia/efeitos-do-calor-quais-as-principais-reacoes-organicas-as-altas-temperaturas/>>. Acesso em: 29 abr. 2014.
- CHAVE, M. I. A.; SANTO, A. O. E. Possibilidades para modelagem matemática na sala de aula. In: ALMEIDA, L. M. W.; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. (Orgs.). **Práticas de modelagem matemática na educação matemática**. Londrina: Eduel, 2011.
- MARINHO, E. R. M.; GALVÃO, M. E. E. L. Modelagem matemática: aplicações do cálculo diferencial e integral à resolução de problemas relacionados às ciências da vida e da natureza. **Revista PIBIC**, Osasco, v. 5, n. 6, p. 119-125. 2011.
- MAGALHÃES, S.; ALBUQUERQUE, R. R.; PINTO, J. C.; MOREIRA, A. L. **Termorregulação**. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, 2001. Disponível em: <http://fisiologia.med.up.pt/Textos_Apoio/outros/Termorreg.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2014.
- MUNDO ESTRANHO. **Qual é o nível máximo e o mínimo que a temperatura do corpo pode atingir?** São Paulo: Abril. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/qual-e-o-nivel-maximo-e-o-minimo-que-a-temperatura-do-corpo-pode-atingir>>. Acesso em: 29 abr. 2014.
- MUÑOZ, I. S. S.; SILVA, J. L.; HAGIWARA, E. K.; ZÂNGARO, R. A.; LIMA, C. J. **Sistema de aquecimento de soro fisiológico**. VIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2004. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC3-41.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2014.