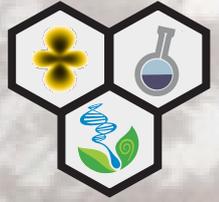




UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS



Av. Fernando Corrêa da Costa, S/N, Cidade Universitária
Bloco F, Instituto de Física, sala 204
Tel.: (65) 3615-8737 - CEP: 78060-900

Material de ensino
com ênfase na
umidade relativa do ar

- **Autor:** João Américo Esganzela
- **Orientador:** Dr Marcelo Paes de Barros

MATERIAL DE ENSINO COM ÊNFASE NA UMIDADE RELATIVA DO AR

AUTOR

João Américo Esganzela
Instituto de Física/UFMT

ORIENTADOR

Dr Marcelo Paes de Barros
Instituto de Física/UFMT

CORREÇÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

Daniela Silva de Oliveira
Professora Mestre em estudos de Linguagem/UFMT

Cuiabá - MT
Agosto 2013

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	39
4.	FUNCIONAMENTO DO PSICRÔMETRO	45
5.	PLANOS DE AULA	51
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
8.	ANEXOS	71

1

INTRODUÇÃO

O material contido neste manual tem como público alvo, professores que realizam atividades de ensino de variáveis meteorológicas com ênfase na umidade relativa do ar, podendo ser aplicados para alunos de nível fundamental II e médio. O manual é o Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais, desenvolvido pelo Professor João Américo Esganzela, sob orientação do Prof.Dr.Marcelo Paes de Barros.

Este produto educacional trata de aulas planejadas e material de apoio com a utilização do psicrômetro para o ensino de variáveis meteorológicas com ênfase na unidade temática umidade relativa do ar. Este tema, geralmente negligenciado pelos livros didáticos de Física em uso atualmente, curiosamente e diariamente é apresentado pelos serviços de meteorologia que nos enche de informações a respeito do tempo nas mais diferentes regiões do Planeta. Assim, considerando que o conhecimento da grandeza umidade relativa do ar é tão importante quanto da temperatura do ar, foi possível perceber a necessidade de desenvolver este material com um tema presente em nosso dia-a-dia, mas ainda escasso, em quantidade e significado, dos livros didáticos de Física, indo de encontro a proposição feita pelos Parâmetros Curriculares Nacionais(PCNs).

Segundo os PCNs as competências para lidar com o mundo físico se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos com a experimentação sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento dessas competências, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis.

Este Produto Educacional foi concebido neste contexto experimental, considerando sempre o conhecimento prévio e a vontade de apreender do educando, precursores da aprendizagem significativa Ausubeliana.

O instrumental para a condução deste trabalho está baseado na utilização de um aparelho denominado Psicrômetro, também conhecido como termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, para medidas da umidade relativa do ar. A escolha do equipamento se justifica pela facilidade da observação dos fenômenos da Física Térmica, relacionados a umidade relativa do ar, presentes no funcionamento deste.

Um Psicrômetro consiste em um instrumento formado por dois termômetros, fixados em um único suporte. Um dos termômetros tem bulbo seco e o outro com o bulbo molhado. Este último tem esse nome, porque seu bulbo é envolvido geralmente por um algodão umedecido. Sua temperatura é sensivelmente menor do que a do termômetro de bulbo seco, que marca a temperatura ambiente. Essa diferença de temperatura entre os termômetros é o dado fundamental para o estudo de umidade relativa (LEÃO, 2005).

As aulas foram planejadas com uma metodologia que permite acompanhar o processo de aprendizagem dos alunos, procurando manter um nível matemático relativamente acessível para que o mesmo possa ser compreendido por estudantes de ensino fundamental II e médio e professores sem a formação em Física. Os professores que pretendem utilizar esta proposta podem escolher, segundo a sua realidade, montar o psicrômetro com termômetros fixados em um suporte ou um aparelho já montado.

Por fim, vale resaltar ainda que esta proposta visa fornecer ao professor mais um instrumento para o ensino das variáveis meteorológicas com ênfase na umidade relativa do ar, que proporcione aos educandos uma participação ativa e crítica no processo de ensino e aprendizagem.

2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

O referencial teórico adotado para estas aulas foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Esta Teoria explica a aquisição de novos conceitos em uma visão cognitivista. A interação com elementos da estrutura cognitiva prévia do aluno com um novo conhecimento de forma não aleatória e relevante ao educando, poderá ocorrer em aprendizagem. Logo, o fator isolado mais importante para a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe.

“Se tivéssemos que reduzir toda a psicologia educacional a um princípio, diríamos o seguinte: o fator singular mais importante que influência a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p.137).

O conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do aluno que se relaciona de uma forma específica e relevante com uma nova informação é definido dentro da teoria Ausubeliana como subsunçor.

“O ‘subsunçor’ é, portanto, um conceito, uma idéia, uma proposição, já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de ‘ancoradouro’ a uma nova informação de modo que esta adquira significado para o sujeito”. (MOREIRA, 1999, p.11).

Segundo Ausubel (1980), a Aprendizagem Significativa ocorre quando uma nova informação se relaciona com conceitos específicos, os subsunçores, e passa a fazer parte da estrutura cognitiva do aluno através de um processo de assimilação no qual o novo conhecimento é ancorado no subsunçor, de uma forma hierarquizada. Nesta assimilação, pode ocorrer uma mudança no subsunçor.

Para as situações em que não há disponibilidade na estrutura cognitiva do aluno de conceitos subsunçores Ausubel (1980) recomenda o uso dos organizadores prévios. A principal função do organizador prévio é ser a ligação entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber a fim de que o novo conceito possa ser aprendido de forma significativa. Logo, os organizadores prévios são úteis na medida em que funcionam como pontes cognitivas. Os organizadores prévios fornecem “idéias âncora” relevantes para afixação de um novo conceito, podendo estabelecer relações entre idéias já existentes na estrutura cognitiva.

Além disso, Ausubel (1980) também nos leva a entender a aprendizagem mecânica. Esta ocorre com pouca ou nenhuma relação entre o conhecimento prévio e a nova informação. Apesar da diferença da aprendizagem significativa, Ausubel não descarta a possibilidade de uma futura aprendizagem significativa a partir de informações adquiridas pela aprendizagem mecânica. Esta situação pode ocorrer quando um conhecimento inicialmente memorizado pelo aluno aos poucos pode se relacionar com uma nova informação de uma forma significativa e assim sendo armazenada na estrutura cognitiva do aluno por mais tempo. A aprendizagem mecânica é necessária em determinados momentos do processo de ensino, como no caso de séries iniciais de aquisição de novo grupo de conceitos. Contudo a aprendizagem significativa mostra-se vantajosa pela retenção prolongada do conhecimento e aumento da capacidade do aluno em aprender outros conceitos relacionados com mais facilidade.

Para ocorrência da Aprendizagem Significativa é necessário a observância de algumas condições:

1. O material a ser assimilado deve ser Potencialmente Significativo, ou seja, não arbitrário em si. No entanto, mesmo materiais arbitrários, podem se tornar significativos através de Organizadores Prévios;
2. Ocorra um conteúdo mínimo na Estrutura Cognitiva do indivíduo, com subsunçores em suficiência para suprir as necessidades relacionais;
3. O aprendiz apresente uma disposição para o relacionamento e não para simplesmente memorizá-lo mecanicamente. Muitas vezes, acostumados a métodos de ensino, exercícios e avaliação repetitivos e rigidamente padronizados, os estudantes simulam essa associação.

Neste sentido, para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessária uma prática docente atenta ao caráter motivador das atividades educacionais, aspecto também considerado quando do preparo destas aulas, procurando conduzir a uma aprendizagem significativa.

UMIDADE RELATIVA DO AR

O ar atmosférico é uma mistura de gases contendo cerca de 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e pequenas quantidades de dióxido de carbono, vapor de água e outros gases (TIPLER, 1995). A pressão total exercida pela atmosfera é a soma das pressões parciais dos gases que a constituem, pois, segundo a Lei de Dalton cada um dos gases tem comportamento independente um dos outros (SEARS, 1984). Verificamos que a pressão parcial de um dos gases da mistura é aproximadamente a mesma que exerceria a componente sozinha.

A quantidade de vapor de água presente no ar depende do local e das condições atmosféricas, sendo definida como umidade absoluta, expressa geralmente em gramas de água por quilograma de ar seco. A evaporação de um líquido dentro de uma sala fechada, por exemplo, aumenta o número de partículas de água na fase de vapor presente no ar, aumentando a umidade absoluta e conseqüentemente aumentando também a pressão parcial do vapor de água.

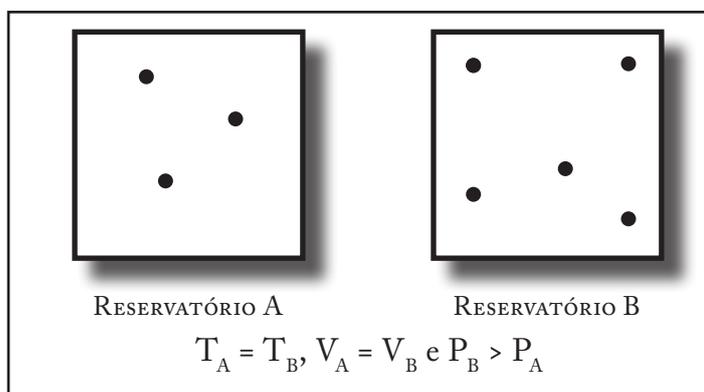


FIGURA 01: RESERVATÓRIO A E B

No entanto existe um limite para a quantidade de moléculas da substância na fase vapor presente no ar. Nesse limiar ocorre um equilíbrio dinâmico entre a evaporação e a condensação, momento em que o ambiente fica saturado de vapor e a pressão parcial de vapor passa a ser chamada de pressão de saturação. Um ambiente é dito como saturado quando possui a quantidade máxima de vapor de água que produz esta pressão.

A pressão de saturação aumenta com a temperatura do ar, assim, quanto maior a temperatura do ar, é necessária uma maior quantidade de partículas de água na atmosfera para saturar este ambiente.

Segundo Barros (2009), para o estudo do conforto térmico humano é mais interessante conhecer a umidade relativa à umidade de saturação do que conhecer a umidade absoluta do ar atmosférico. A Umidade Relativa do Ar também regula a taxa de evaporação da água de uma superfície água-ar, no sentido que esta será mais rápida quando a pressão do vapor for baixa, menor umidade relativa do ar, e mais lenta quando a umidade relativa do ar for alta. Quando a Umidade Relativa for 100%, equilíbrio dinâmico entre a evaporação e a condensação, não será percebida a evaporação (SEARS, 1984).

A Umidade Relativa do Ar (UR) é definida como a relação, expressa em porcentagem, entre a umidade absoluta e a umidade no seu ponto de saturação para determinada temperatura, ou ainda, a relação entre as pressões parciais de vapor e a pressão de saturação, à mesma temperatura (SEARS, 1984).

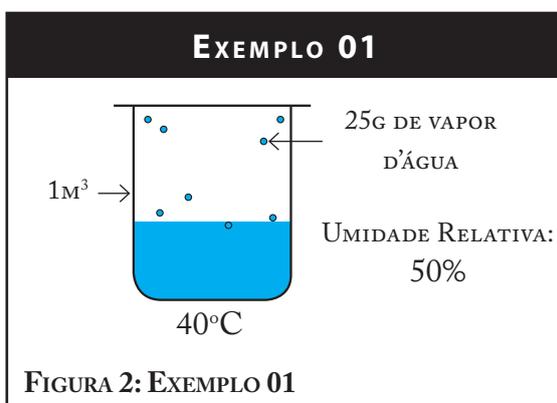
$$UR_{\%} = \frac{\text{pressão parcial de vapor de água}}{\text{pressão de saturação a mesma temperatura}} \cdot 100\% \quad \text{EQUAÇÃO 1}$$

Quando a pressão parcial de vapor for igual à pressão de saturação, à mesma temperatura, a Umidade Relativa é de 100% e a atmosfera está saturada.

Exemplificando, conforme valores apresentados na Tabela 1, uma mistura ar-água que contenha 25 g de vapor de água por 1m³ de ar a 40 °C apresentará uma umidade relativa de 50%. Assim, reduzindo a temperatura da mistura, sem ser retirada água do ar, a umidade relativa aumenta, podendo ocorrer à saturação, UR = 100%.

Temperatura (°C)	Quantidade de vapor de água que satura o Ar (g/m ³)
0	5
20	20
40	50
60	130
80	290
100	590

FONTE: VAREJÃO-SILVA, 2006



No mesmo exemplo 01, se a temperatura fosse reduzida para 20°C, a nova umidade relativa do ar seria de 100% e 5g do vapor de água condensariam.

Caso a temperatura continue a diminuir, depois de atingida a saturação do ar, haverá condensação de água sobre as superfícies, em função da temperatura e condutividade destas.

Resumindo, a saturação de uma amostra de ar úmido pode ser atingida por um dos seguintes processos (ROSE, 1966).

- Aumentando o teor de umidade no ar, pela evaporação de água, à temperatura constante até que a pressão parcial de vapor atinja o valor máximo possível àquela temperatura;
- Reduzindo a temperatura, sem acrescentar vapor de água, até o ponto em que a pressão parcial torne-se saturante. A temperatura em que o vapor de água de certa amostra se torna saturado é chamado ponto de orvalho;
- Combinando, simultaneamente, os processos anteriores;

Em nosso estado, o período de inverno é conhecido por ser o período da seca. Neste período do ano, ocorrem as maiores temperaturas, com prolongados períodos de estiagem e conseqüentemente os menores índices de umidade relativa do ar. Por outro lado, também é neste período que ocorrem as menores temperaturas do ano, geralmente provocadas por massas de ar frio vindas do pólo sul que atuam por alguns dias, normalmente não chegando a uma semana.

Na cidade de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, no dia 4 de setembro de 2012, final da estação de inverno, por exemplo, foi registrada uma temperatura de 41,3°C na sombra, com sensação térmica, que depende dos ventos, radiação e umidade relativa, superior a 43°C, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A umidade relativa neste dia chegou a 11%, segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) registrado na estação meteorológica do Aeroporto Marechal Cândido Rondon, localizado na cidade de Várzea Grande.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), um nível considerado aceitável deve estar acima de 30% de umidade relativa do ar. Na figura abaixo são apresentadas as médias mensais históricas da temperatura e da umidade relativa do ar na cidade de Cuiabá, as Normais Climatológicas.

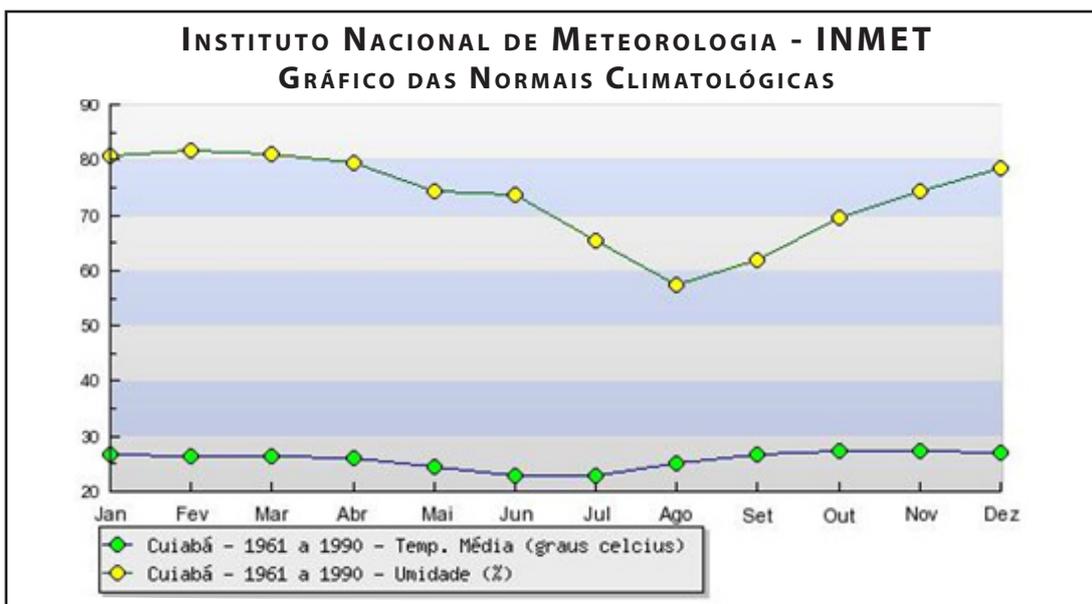


FIGURA 03: GRÁFICO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS.
FONTE: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET).

A queda da umidade no período da seca favorece o aparecimento de queimadas, urbanas e rurais. Estes eventos deixam o ar ainda mais poluído, que, associado ao ressecamento das vias aéreas, favorece o aparecimento de problemas respiratórios, onde crianças e idosos são os mais afetados.

A presença de vegetação ou espelhos de água aperfeiçoa o processo de evaporação aumentando assim a umidade relativa do ar. Este efeito foi percebido por Sanches & Zamparoni (2004), em estudo realizado no centro histórico de Cuiabá, em períodos de seca e chuva. Nesse trabalho, foram encontradas menores temperaturas nas proximidades das áreas verdes e das praças arborizadas dessa região e maiores temperaturas, com valores baixos de umidade relativa, próximo, de grandes avenidas, áreas pavimentadas e dos calçadões, em especial no período vespertino. Em nossas casas, devemos fazer o uso de umidificadores e toalhas molhadas no sentido de aumentar a umidade relativa do ar.

PSICRÔMETRO

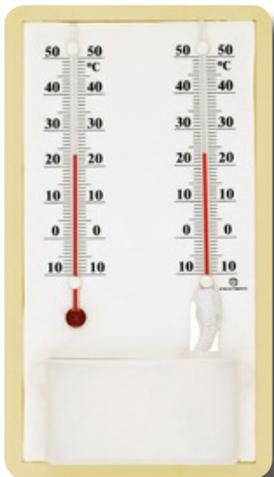


FIGURA 04: PSICRÔMETRO.

Para medidas diretas da umidade relativa do ar, são utilizados aparelhos denominados **Psicrômetros**, também conhecidos como termômetros de bulbo seco e bulbo úmido. Um Psicrômetro consiste em um instrumento formado por dois termômetros, fixados em um único suporte. Um dos termômetros com bulbo seco e o outro com o bulbo molhado. Este último tem esse nome, porque seu bulbo é envolvido geralmente por um algodão umedecido. Sua temperatura é sensivelmente menor do que a do termômetro de bulbo seco, que marca a temperatura ambiente, pois a água embebida no algodão retira calor deste para sua evaporação em uma quantidade na razão inversa à umidade presente no ar. Essa diferença de temperatura entre os termômetros é o dado fundamental para o estudo de umidade relativa do ar que pode ser estimada pela equação (LEÃO, 2005).

$$p_v = p_w - \frac{(p - p_w)(t_s - t_u)}{15555 - 0,72t_u}$$

EQUAÇÃO 2

Onde:

- p_v = pressão parcial de vapor de água em uma mistura;
- p_w = pressão de vapor correspondente a temperatura de bulbo molhado, e fornecida pela carta psicrométrica;
- p = pressão total barométrica;
- t_u = temperatura do termômetro de bulbo molhado;
- t_s = temperatura do termômetro de bulbo seco.

Na Equação 2 a temperatura é dada em °C e a pressão em N/m².

Alguns destes aparelhos trazem consigo uma tabela, resultado da aplicação da Equação 2, para algumas faixas da diferença de temperatura entre os dois termômetros. Aparelhos com esta característica serão utilizados neste trabalho (Figura 04).

CARTA PSICROMÉTRICA

Uma carta psicrométrica traz as propriedades da mistura de ar e vapor de água constituídas na atmosfera em uma forma gráfica. Este tem como ordenada a umidade específica e a pressão de vapor e, como abscissa, a temperatura do bulbo seco e o volume específico.

A umidade específica corresponde como sendo a razão da massa do vapor de água para a massa de ar seco em um dado volume da mistura, enquanto que o volume específico é a razão entre o volume total de ar seco pela massa em uma determinada mistura.

Na carta psicrométrica também são encontrados outros parâmetros, como a temperatura do termômetro de bulbo molhado, a entalpia e a umidade relativa.

Todas estas propriedades são analisadas em geral a uma pressão barométrica de 1 atm. Para a utilização da Carta Psicrométrica é necessário saber a temperatura do termômetro de bulbo seco (t_s) e a temperatura do termômetro de bulbo úmido (t_u), fazendo assim uma intersecção das temperaturas na carta, conforme figura 05.

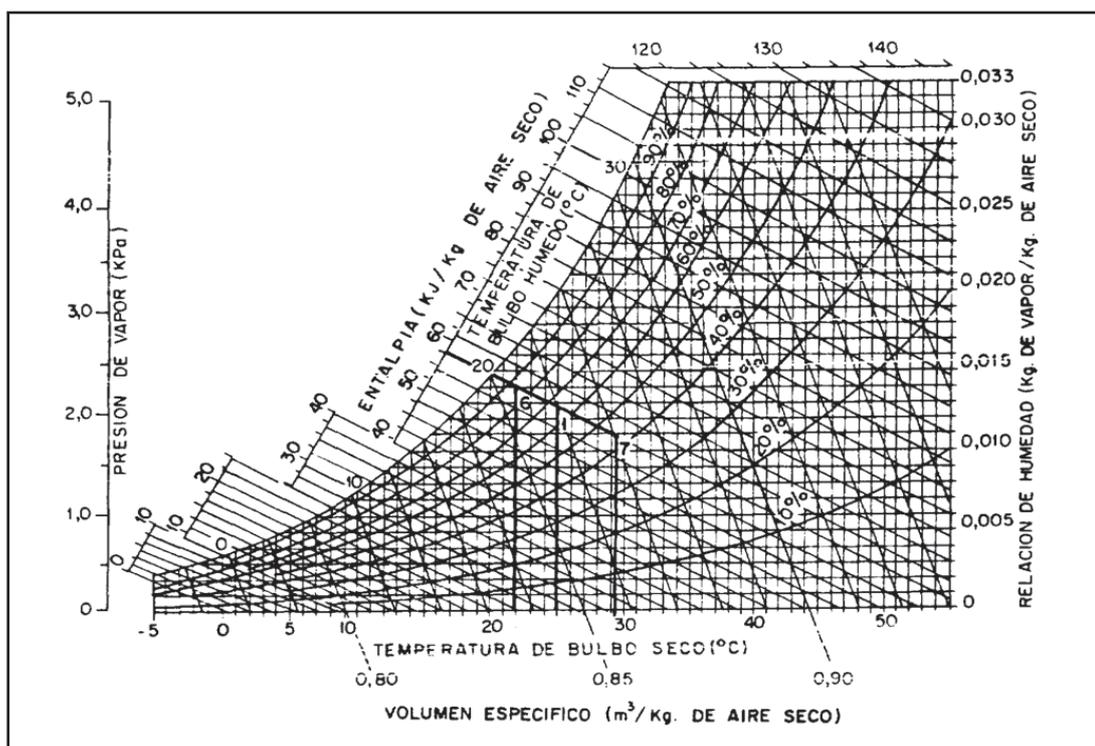


FIGURA 05. CARTA PSICROMÉTRICA.

FONTE: LEÃO, J. PSICRÔMETRO MEDIDA DA UMIDADE RELATIVA DO AR.

3

MATERIAIS E MÉTODOS

MONTAGEM DO PSICRÔMETRO

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Dois termômetros de bulbos idênticos, comuns de mercúrio em vidro;
- Um suporte para os dois termômetros;
- Um copo plástico de café;
- Algodão;
- Água;

MONTANDO O SEU APARELHO

Prenda os dois termômetros na posição vertical, utilizando o suporte. Encha o copo com água e molhe. Envolve o bulbo de um dos termômetros com algodão e prenda-o de forma que a ponta do algodão permaneça em contato com a água do copo. Esse termômetro é chamado de termômetro de bulbo úmido e o outro de termômetro de bulbo seco.



FIGURA 06: PSICRÔMETRO MONTADO
FONTE: PONTO CIÊNCIA

4

FUNCIONAMENTO DO PSICRÔMETRO

A água presente no algodão que envolve o bulbo do termômetro molhado evapora. Para a evaporação da água é necessário receber energia, denominada por calor latente. Por esse razão a água presente no algodão, para evaporar, absorve energia do líquido contido no bulbo do termômetro molhado, provocando a sua contração e a redução da coluna do líquido dentro do termômetro.

A redução da umidade do ar facilita a evaporação. Com isso, reduzem-se ainda mais a temperatura do termômetro de bulbo molhado (t_u) e aumenta-se a diferença de temperatura entre os termômetros. A temperatura ambiente (t_s) é registrada pelo termômetro de bulbo seco.

Como indica a tabela 02, (tabela psicrométrica) em anexo, os maiores valores de umidade relativa, qualquer que seja a temperatura do termômetro de bulbo molhado está sempre associada às menores diferenças entre as temperaturas do termômetro bulbo seco e molhado. Quando não há diferença de temperatura entre os termômetros a umidade relativa do ar é 100%, logo, o ar está saturado.

Para a utilização da tabela 02, necessitamos saber a temperatura do termômetro de bulbo seco (t_s), e a diferença de temperatura do termômetro de bulbo seco (t_s) e molhado (t_u). Por exemplo, para valores de $t_s = 25\text{ }^\circ\text{C}$ e $t_u = 20\text{ }^\circ\text{C}$ teremos:

$$\Delta t = (25 - 20)^\circ\text{C} = 5\text{ }^\circ\text{C}$$

Consultando a tabela 2, com $t_s = 25\text{ }^\circ\text{C}$, na coluna, $\Delta t = 5\text{ }^\circ\text{C}$, na linha, na interseção de ambas, encontramos a umidade relativa do ar de aproximadamente 64%.

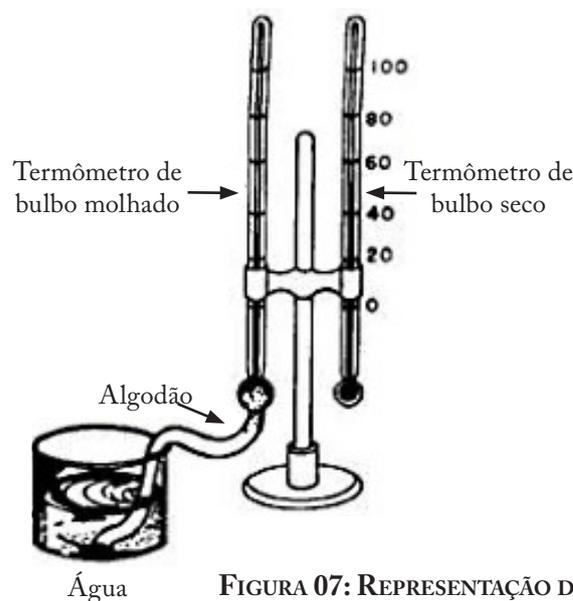


FIGURA 07: REPRESENTAÇÃO DO PSICRÔMETRO

5

PLANOS DE AULA

As aulas foram elaboradas a luz da aprendizagem significativa através de uma abordagem ausbeliana, onde mudanças na dinâmica das aulas são viáveis, a critério do professor, desde que ajude no processo de ensino e aprendizagem.

AULA 1

Objetivo: Nesta primeira aula, procuramos, através de reportagem de jornal, mostrar a importância do estudo da umidade relativa do ar e a sua relação em nossa vida cotidiana. Assim, com uma abordagem ausbeliana, tenta-se despertar nos educandos uma disposição para o relacionamento com o novo conteúdo de forma significativa.

Essa atividade consiste na visualização das reportagens contida neste manual. Uma reportagem escrita está disponível nos anexos deste trabalho e um link disponibiliza um vídeo. A escolha da reportagem e a forma de apresentação são de escolha do professor segundo os recursos disponíveis em sua escola. Após as reportagens, o professor deverá promover um debate a respeito da umidade relativa do ar, as consequências da baixa e da alta umidade relativa e a questão da existência de vapor de água contido no ar.

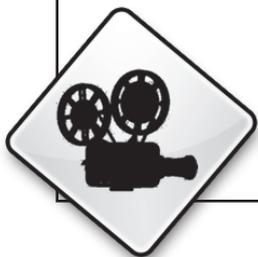
Tempo da Atividade: 1 aula

Material utilizado: Reportagem de Jornal

Reportagens de Jornal a respeito do clima. (Digitalizada em anexo)

Reportagens de Jornal a respeito do clima. (vídeo: “Entenda o que significa Umidade Relativa do Ar”)

www.youtube.com/watch?v=juyWq0Tc318



AULA 2

Objetivo: Para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, produzimos uma apresentação com recurso de multimídia o PowerPoint sobre como devemos medir a umidade relativa através do psicrômetro. Esta apresentação está contida neste manual. Após esta apresentação o professor deverá mostrar o aparelho (psicrômetro) e a tabela 2 (tabela psicrôométrica). Neste momento, os alunos, poderão tirar suas dúvidas, a respeito da medida da umidade relativa.

Tempo da Atividade: 1 aula

Material utilizado: Apresentação em formato ppt, Psicrômetro.

Link: <http://goo.gl/Dkkg5K>

AULA 3

Objetivo: Neste momento, os educando devem fazer a medida da umidade relativa usando os Psicrômetros. Segue em anexo a tabela 03 na qual eles devem marca o local, a data e as leituras dos termômetros e ainda mais anotar as observações meteorológicas a respeito do dia da pesquisa para facilitar a organização do procedimento. Evite escolher locais com exposição a radiação solar.

Sugestões:

Estimule os alunos a observarem qual é a menor temperatura e emitirem opiniões que justifiquem tal fato;

Faça-os medirem a umidade todos os dias e relacionarem estes valores com os dias secos e chuvosos. Se não possível, podemos analisar em dias diferentes;

Tempo da Atividade: Às 12 horas do dia.

Material utilizado: Psicrômetros, tabela 03.

AULA 4

Objetivo: Nesta aula, os alunos devem ser convidados a construir gráficos a respeito da umidade relativa com o auxílio da tabela para gráfico 01 e a umidade relativa com influência da temperatura com o auxílio da tabela para gráfico 02.

Com esta atividade os alunos poderão ter uma visão mais ampla do comportamento da umidade relativa no decorrer do dia e a sua influência no bem estar humano.



Sugestões: Convide os alunos a compara os resultados encontrados neste experimento com aqueles disponíveis em uma página na internet que mostra a previsão do tempo para a nossa cidade. Consulte por exemplo o endereço, <http://tempo1.cptec.inpe.br/cidades/tempo/226>.

É claro que devemos lembrar que os valores obtidos para a temperatura e a umidade relativa é uma média diária e a localização dos medidos também deve ser levada em consideração pois a atmosfera está em constante mudança.



Tempo da Atividade: 1 aula

Material utilizado: tabela para grafico 01, tabela para gráfico 02.

AULA 5

Objetivo: Após a medida da umidade relativa e a construção dos gráficos, os alunos deverão ficar com muitas dúvidas. Por isso é importante usar uma apresentação com recurso de multimídia o PowerPoint sobre a umidade relativa e outros conceitos envolvidos. Esta apresentação esta contida neste manual. Após esta apresentação o professor deverá formar de conceitos básicos.

Tempo da Atividade: 1aulas

Material utilizado: Apresentação em formato ppt.

Link: <http://goo.gl/2sU7LY>

AULA 6

Objetivo: O professor deve promover para os alunos a resolução da lista de exercício contida em anexo este manual. A também para acesso do professor a resolução comentada da lista de exercícios, tentando assim buscar parâmetros de avaliação. Vale ressaltar que avaliação é um critério que o professor deve definir. Está é uma tentativa de fixação o conteúdo abordado nas aulas anteriores.

Tempo da Atividade: 2 aulas

Material utilizado: Lista de exercícios

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tal proposta não se caracteriza como a única opção para os educadores interessados em implementar práticas educacionais inovadoras e motivadoras. Nem tão pouco deve ser vista como uma “receita” a ser obedecida à risca. Ao contrário, trata-se de mais uma alternativa que pode ser aperfeiçoada para se adequar as condições e necessidades do ensino de Física em nível médio. É claro que o ensino da umidade relativa pode ser feita de diversas forma. O psicrômetro foi usado pelo seu baixo custo de montagem e em nosso estado, no periodo de seca, a umidade relativa fica baixa e o grau de evaporação aumenta, pricipio esse usado na determinação da umidade relativa com o psicrômetro, conforme o grafico abaixo.

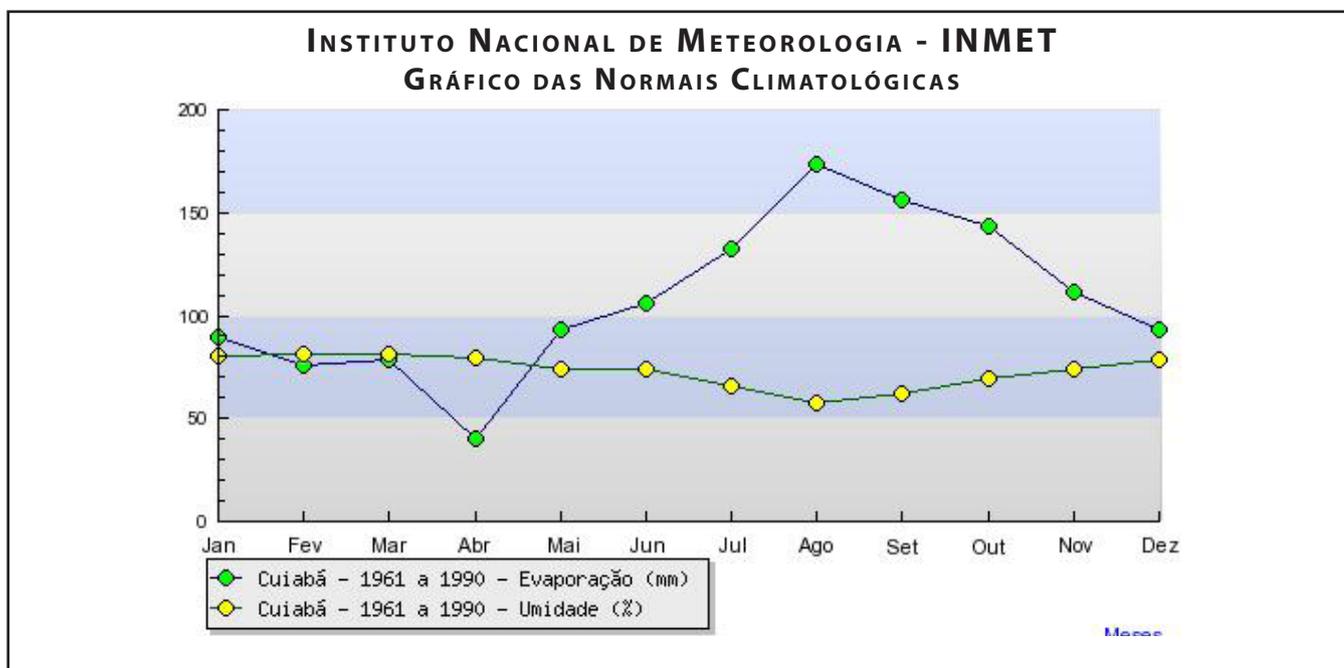


FIGURA 08: GRÁFICO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS.
FONTE: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET).

7

ANEXOS

TABELA 02 – TABELA PSICRÔMÉTRICA

$T_s \backslash \Delta t$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
5	93	86	78	72	65	58	51	45	38	32	30	*	*	*	*	*	*	*
6	94	87	80	73	66	60	54	47	41	35	23	11	*	*	*	*	*	*
7	94	87	81	74	67	62	54	49	43	38	26	15	*	*	*	*	*	*
8	94	88	82	75	69	64	56	51	46	40	29	19	*	*	*	*	*	*
9	94	88	82	76	70	65	59	53	48	42	32	22	12	*	*	*	*	*
10	94	89	83	77	71	66	61	56	51	45	35	26	17	*	*	*	*	*
11	94	89	83	78	72	67	66	57	52	47	37	28	19	*	*	*	*	*
12	94	89	84	78	73	68	63	58	53	48	38	30	21	*	*	*	*	*
13	95	89	84	79	74	69	64	60	55	50	40	32	24	15	*	*	*	*
14	95	90	85	79	75	70	65	61	57	52	48	34	26	18	*	*	*	*
15	95	90	85	80	76	71	66	62	58	53	44	36	28	20	13	*	*	*
16	95	90	85	80	77	72	67	63	59	55	46	38	31	23	16	*	*	*
17	95	90	86	81	77	72	68	64	60	56	48	40	36	25	18	*	*	*
18	95	90	86	82	78	73	69	65	61	57	49	42	35	27	20	*	*	*
19	95	91	87	82	78	74	70	66	62	58	51	54	37	29	22	*	*	*
20	96	91	87	83	79	74	71	66	63	59	58	45	38	31	24	*	*	*
21	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	53	45	39	32	26	*	*	*
22	96	91	88	84	80	76	72	68	64	61	54	47	41	34	28	*	*	*
23	96	92	88	84	80	77	73	69	65	62	54	48	42	36	30	*	*	*
24	96	92	88	85	81	77	74	70	66	63	55	49	43	37	31	*	*	*
25	96	92	88	85	81	78	75	71	67	64	56	51	45	39	34	*	*	*
26	96	92	89	85	81	78	75	71	67	64	58	52	46	40	35	*	*	*
27	96	93	90	86	82	79	76	72	69	65	59	53	47	41	36	*	*	*
28	96	93	90	86	82	79	76	72	69	66	60	54	48	42	37	*	*	*
29	96	93	90	86	82	79	76	73	70	66	61	55	49	43	38	*	*	*
30	96	93	90	86	82	79	76	73	70	66	61	55	50	44	39	35	30	25
31	96	93	90	86	82	80	77	73	70	67	61	56	51	45	40	36	32	26
32	96	93	90	86	83	80	77	73	71	68	62	57	52	46	41	37	33	28
33	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68	63	57	58	47	42	38	33	29
34	96	93	90	87	83	80	77	74	71	69	63	58	52	48	43	39	35	31
35	97	93	90	87	84	81	78	74	72	69	64	59	53	49	44	40	36	32
36	97	93	90	87	84	81	78	75	72	70	64	59	54	50	45	41	37	33
37	97	93	90	87	84	81	79	75	73	70	65	60	54	51	46	42	38	34
38	97	93	91	88	85	82	79	75	73	70	66	61	55	51	46	43	39	35
39	97	94	91	88	85	82	79	76	74	71	66	61	56	52	46	44	40	36
40	97	94	91	88	86	82	79	76	74	71	66	61	56	52	47	45	41	37
41	97	94	91	88	86	83	80	76	75	71	67	62	57	53	47	45	42	38
42	97	94	91	88	86	83	80	77	75	72	67	62	57	53	48	45	43	39
43	97	94	91	89	87	83	80	77	76	72	67	62	58	54	48	46	44	40
44	97	94	91	89	87	84	81	77	76	72	68	63	58	54	48	46	44	41

REPORTAGENS DE JORNAL A RESPEITO DO TEMPO ATMOSFÉRICO

COM NOVO RECORDE, CUIABÁ REGISTRA 41°C E 11% DE UMIDADE, APONTA INPE



TERMÔMETRO MARCOU 42°C NO CENTRO DE CUIABÁ, MAS INPE ALERTA QUE REGISTRO NÃO É CONSIDERADO OFICIAL.

FOTO: IARA VILELA/G1 MT

CLIMA DA CAPITAL PODE SER COMPARADO AO DE DESERTO, DIZ METEOROLOGISTA.

MENOR ÍNDICE DE UMIDADE NO ANO FOI REGISTRADO NESTA TERÇA EM CUIABÁ.

Cuiabá registrou nesta terça-feira (4) um novo recorde de alta temperatura e clima seco. Às 14h [horário de Mato Grosso], o 9º Distrito que é vinculado ao Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) registrou 41.3°C na sombra, sendo que a sensação térmica pode ser superior a 43°C. Nesta segunda-feira (3), a temperatura chegou a 40.3°C na capital mato-grossense. Além da alta temperatura, a capital, bem como a região metropolitana da cidade, registrou ainda a menor umidade relativa do ar do ano exatamente às 14h30 [horário de Mato Grosso], segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/Inpe). No Aeroporto Marechal Cândido Rondon, em Várzea Grande, a umidade do ar chegou a 11%.

O meteorologista José Felipe Farias informou ao G1 que as condições do clima da capital mato-grossense se assemelham ao de um deserto. “No deserto do Saara, por exemplo, a umidade varia entre 10% e 15%, no entanto, a diferença é que nos desertos essas médias são anuais. Mas com a falta de chuva e a alta temperatura de Cuiabá, podemos dizer que a sensação na cidade neste momento é semelhante”, pontuou.

Desde o dia 14 de agosto, a umidade do ar mantém índices inferiores a 17%, exceto nos três dias de frio da última semana. De acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/Inpe), até o próximo domingo (9), não há previsão de chuva para Cuiabá, onde não chove desde o último dia 22 de junho.

Apenas a região noroeste de Mato Grosso, onde concentram as cidades de Aripuanã, Brasnorte, Campo Novo do Parecis, por exemplo, devem registrar precipitações até esta quarta-feira (5). Conforme o Inpe, em setembro costuma chover mais. O volume de chuva deve ser de cerca de 50 milímetros em Mato Grosso, segundo a média dos últimos 30 anos, sendo que no extremo noroeste do estado costuma registrar números ainda maiores.

FOTO: DENISE SOARES/G1 MT

TABELA 03

Escola:			
Professor:			
Aluno:		Série:	
Local:			
Data:			
Horário	Temp. Bulbo Seco (°C)	Temp. Bulbo Molhado (°C)	Umidade Relativa (%)
07:00 h			
Observações meteorológicas a respeito do dia da pesquisa:			

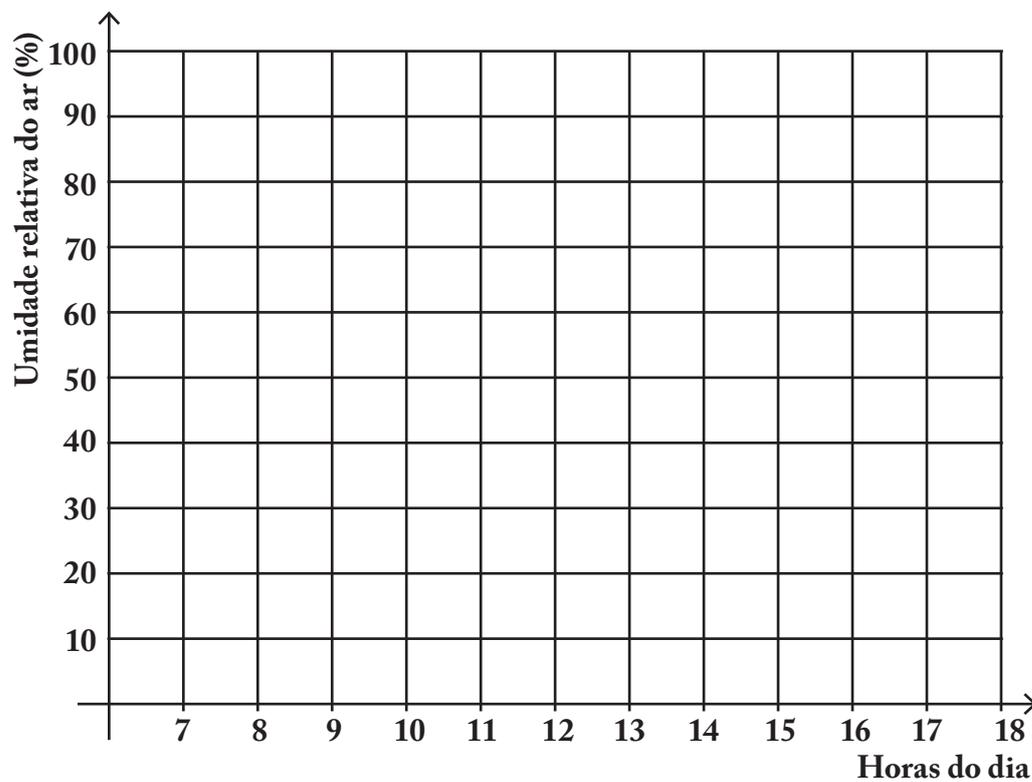
TABELA PARA GRÁFICO 01

Escola:

Professor:

Aluno:

Série:



Observações meteorológicas a respeito do dia da pesquisa:

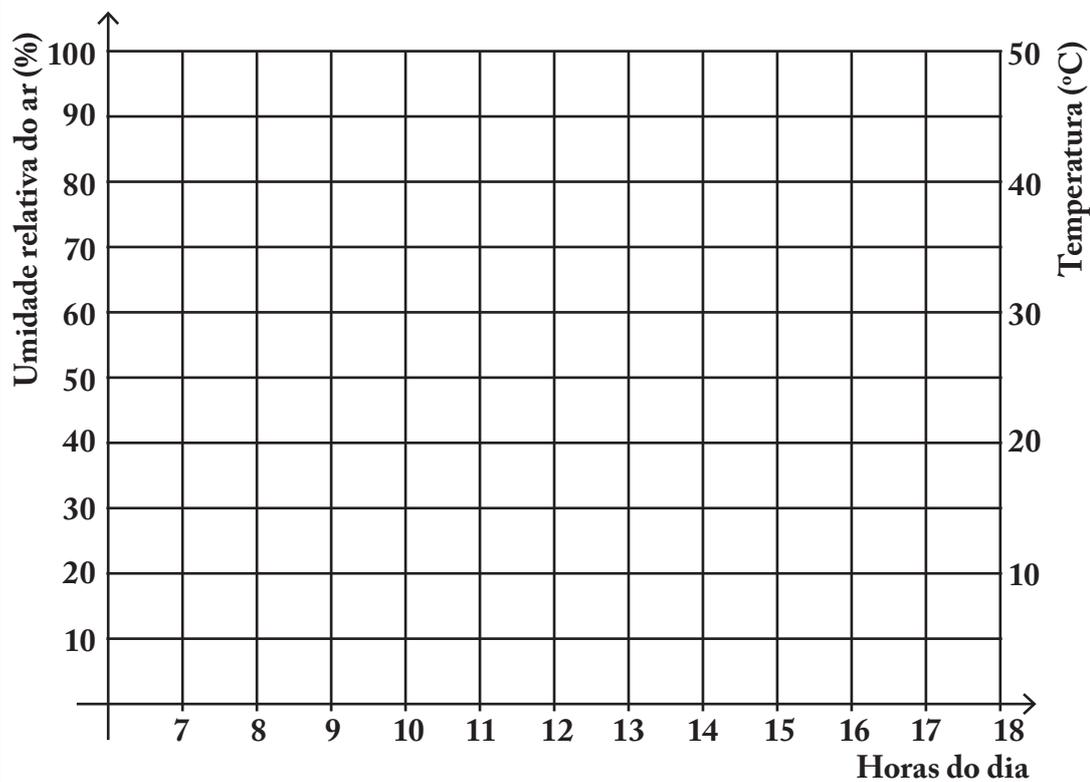
TABELA PARA GRÁFICO 02

Escola:

Professor:

Aluno:

Série:



Observações meteorológicas a respeito do dia da pesquisa:

LISTA DE EXERCÍCIOS 01

Para os exercícios a seguir utilize a tabela psicrométrica considerando uma pressão atmosférica normal de 1 atm.

1. Comente sobre a importância da água na atmosfera no clima de uma região.
2. Explique como é feita a medida da umidade relativa com o uso do conjunto psicrômetro.
3. Um secador opera de acordo com as condições:
 - Vazão do secador: $100 \text{ m}^3/\text{min}$;
 - Temperatura do Ar: $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$;
 - UR na Entrada: 50%;
 - UR na Saída: 25%;

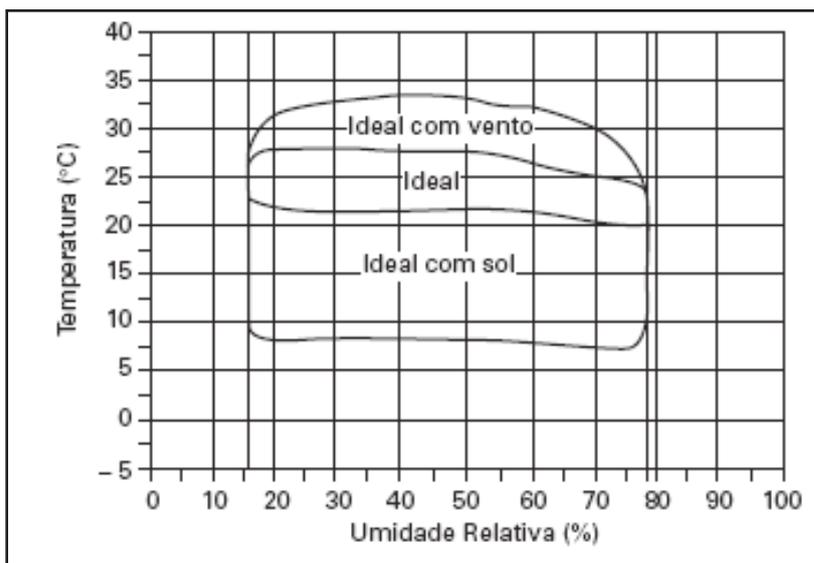
Determine a quantidade de água retirada do secador em uma hora, considerando que a essa temperatura são necessárias 50 g/m^3 de vapor de água para saturar o ar.

4. Explique a variação diária da umidade relativa. Qual a sua relação com a temperatura?
5. Numa manhã observa-se, num psicrômetro, uma temperatura do bulbo seco de $26 \text{ }^\circ\text{C}$ e uma temperatura do bulbo úmido de $25 \text{ }^\circ\text{C}$. No meio da tarde o mesmo equipamento registrava uma temperatura do bulbo seco de $36 \text{ }^\circ\text{C}$ e uma temperatura do bulbo úmido de $35 \text{ }^\circ\text{C}$. Estime o valor da umidade relativa do ar para cada horário.
6. Explique os conceitos de umidade absoluta e umidade de saturação.
7. Considere que uma mistura ar-água contenha 26 g de vapor de água por 1 m^3 de ar a $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Para esta situação responda:
 - a) Qual o valor da umidade relativa do ar?
 - b) Reduzindo a temperatura da mistura para $20 \text{ }^\circ\text{C}$, sem ser retirada água do ar, a umidade relativa aumenta ou diminui? Ocorrerá a saturação do ar? Caso afirmativo, qual a quantidade de água condensada em 1 m^3 de ar?

Relação entre saturação e temperatura do ar	
Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Quantidade de vapor de água que satura o Ar (g/m^3)
0	5
20	20
40	50
60	130
80	290
100	590

FONTE: VAREJÃO-SILVA, 2006

8. Em uma estufa de 200 m^3 é pulverizada água, conduzindo o ar à saturação. A condição inicial é de $T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ e $UR = 45 \%$. Considerando que a essa temperatura são necessárias 40 g/m^3 de vapor de água para saturar o ar e que a temperatura seja mantida constante. Determine quantos gramas de água deverão ser pulverizados para atingir a saturação?
9. (ENEM-02) Os seres humanos podem tolerar apenas certos intervalos de temperatura e umidade relativa (UR), e, nessas condições, outras variáveis, como os efeitos do sol e do vento, são necessárias para produzir condições confortáveis, nas quais as pessoas podem viver e trabalhar. O gráfico mostra esses intervalos:



A tabela mostra temperaturas e umidades relativas do ar de duas cidades, registradas em três meses do ano.

Temperatura e Umidade de Campo Grande e Curitiba						
	Março		Maio		Outubro	
	T(°C)	UR(%)	T(°C)	UR(%)	T(°C)	UR(%)
Campo Grande	25	82	20	60	25	58
Curitiba	27	72	19	80	18	75

Com base nessas informações, pode-se afirmar que condições ideais são observadas em:

- a) Curitiba com vento em março, e Campo Grande, em outubro.
- a) Campo Grande com vento em março, e Curitiba com sol em maio.
- a) Curitiba, em outubro, e Campo Grande com sol em março.
- a) Campo Grande com vento em março, Curitiba com sol em outubro.
- a) Curitiba, em maio, e Campo Grande, em outubro.

10. Explique a relação da umidade relativa do ar com a saúde das pessoas. Dê sugestões para minimizar os problemas da baixa umidade do ar comum na estação seca de nossa região.

RESOLUÇÃO DA LISTA DE EXERCÍCIOS 01

QUESTÃO 01

Comentário: O aluno deverá mostrar habilidade em relacionar alguns ou vários tópicos abaixo. Estes temas foram abordados na aula 02, com uma apresentação com recurso de multimídia o PowerPoint sobre a umidade relativa.

- Transporte e distribuição de calor (ciclo hidrológico);
- Absorção de comprimentos de onda da radiação solar e terrestre (efeito estufa natural);
- Evaporação/Evapotranspiração (consumo de energia);
- Condensação/Orvalho (liberação de energia);

QUESTÃO 02

Comentário: A água presente no algodão que envolve o bulbo do termômetro molhado evapora. Para a evaporação da água, é necessário receber energia, denominada por calor latente. Por essa razão, a água presente no algodão para evaporar absorve energia do líquido contido no bulbo do termômetro molhado, provocando a sua contração e a redução da coluna do líquido dentro do termômetro.

Como indica a Tabela Psicrômetra, os maiores valores de Umidade Relativa, qualquer que seja a temperatura do termômetro de bulbo molhado, estão sempre associadas às menores diferenças entre as temperaturas do termômetro bulbo seco e molhado. Quando não há diferença de temperatura entre os termômetros, a umidade relativa do ar é 100 %, logo o ar está saturado.

Para a utilização da tabela, necessitamos saber a temperatura do termômetro de bulbo seco (t_s), e a diferença de temperatura do termômetro de bulbo seco (t_s) e molhado (t_u). Por exemplo, para valores de $t_s = 25^\circ\text{C}$ e $t_u = 20^\circ\text{C}$ teremos: $\Delta t = (25-20)^\circ\text{C} = 5^\circ\text{C}$

QUESTÃO 03

Comentário: Considerando que a temperatura de 40°C são necessárias 50 g/m^3 de vapor de água para saturar o ar, como o ar entra com 50% de umidade relativa no secador e sai com uma umidade relativa de 25%, a quantidade de vapor de água recebida pelo secador é de 25 g/m^3 e a retirada é $12,5\text{ g/m}^3$.

Vazão do secador: $100\text{ m}^3/\text{min}$;

Resolução:

$$12,5\text{g} \quad \text{—————} \quad 1\text{m}^3$$

$$X \quad \text{—————} \quad 100\text{m}^3$$

X = 1250g é a quantidade de água retirada pelo secador em 1 minuto.

Logo $1250g \cdot 60min = 75000g$ de água é retirado pelo secador em uma hora.

QUESTÃO 04

Comentário: A questão traz como resolução a temperatura do termômetro de bulbo seco e a diferença de temperatura do termômetro de bulbo seco e molhado. Com a intersecção, estas informações na Tabela Psicrométrica contida em anexo podemos estimar a umidade relativa. Além disso, sabemos que quanto maior a temperatura do ar, maior sua capacidade em reter vapor de água. Esta afirmação não está sendo vista nesta observação, pois, com o aumento na temperatura, a umidade relativa aumentou. Logo, algum processo de aumento de partículas de vapor de água ocorreu.

Resolução:

$T_s \backslash \Delta t$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
5	93	86	78	72	65	58	51	45	38	32	30	*	*	*	*	*	*	*
6	94	87	80	73	66	60	54	47	41	35	23	11	*	*	*	*	*	*
7	94	87	81	74	67	62	54	49	43	38	26	15	*	*	*	*	*	*
8	94	88	82	75	69	64	56	51	46	40	29	19	*	*	*	*	*	*
9	94	88	82	76	70	65	59	53	48	42	32	22	12	*	*	*	*	*
10	94	89	83	77	71	66	61	56	51	45	35	26	17	*	*	*	*	*
11	94	89	83	78	72	67	66	57	52	47	37	28	19	*	*	*	*	*
12	94	89	84	78	73	68	63	58	53	48	38	30	21	*	*	*	*	*
13	95	89	84	79	74	69	64	60	55	50	40	32	24	15	*	*	*	*
14	95	90	85	79	75	70	65	61	57	52	48	34	26	18	*	*	*	*
15	95	90	85	80	76	71	66	62	58	53	44	36	28	20	13	*	*	*
16	95	90	85	80	77	72	67	63	59	55	46	38	31	23	16	*	*	*
17	95	90	86	81	77	72	68	64	60	56	48	40	36	25	18	*	*	*
18	95	90	86				69	65	61	57	49	42	35	27	20	*	*	*
19	95	91	87				70	66	62	58	51	54	37	29	22	*	*	*
20	96	91	87				71	66	63	59	58	45	38	31	24	*	*	*
21	96	91	87				71	67	64	60	53	45	39	32	26	*	*	*
22	96	91	88				72	68	64	61	54	47	41	34	28	*	*	*
23	96	92	88				73	69	65	62	54	48	42	36	30	*	*	*
24	96	92	88				74	70	66	63	55	49	43	37	31	*	*	*
25	96	92	88				75	71	67	64	56	51	45	39	34	*	*	*
26	96	92	89				75	71	67	64	58	52	46	40	35	*	*	*
27	96	93	90	86	82	79	76	72	69	65	59	53	47	41	36	*	*	*
28	96	93	90				76	72	69	66	60	54	48	42	37	*	*	*
29	96	93	90				76	73	70	66	61	55	49	43	38	*	*	*
30	96	93	90				76	73	70	66	61	55	50	44	39	35	30	25
31	96	93	90				77	73	70	67	61	56	51	45	40	36	32	26
32	96	93	90				77	73	71	68	62	57	52	46	41	37	33	28
33	96	93	90				77	74	71	68	63	57	58	47	42	38	33	29
34	96	93	90				77	74	71	69	63	58	52	48	43	39	35	31
35	97	93	90				78	74	72	69	64	59	53	49	44	40	36	32
36	97	93	90				78	75	72	70	64	59	54	50	45	41	37	33
37	97	93	90	87	84	81	79	75	73	70	65	60	54	51	46	42	38	34
38	97	93	91	88	85	82	79	75	73	70	66	61	55	51	46	43	39	35
39	97	94	91	88	85	82	79	76	74	71	66	61	56	52	46	44	40	36
40	97	94	91	88	86	82	79	76	74	71	66	61	56	52	47	45	41	37
41	97	94	91	88	86	83	80	76	75	71	67	62	57	53	47	45	42	38
42	97	94	91	88	86	83	80	77	75	72	67	62	57	53	48	45	43	39
43	97	94	91	89	87	83	80	77	76	72	67	62	58	54	48	46	44	40
44	97	94	91	89	87	84	81	77	76	72	68	63	58	54	48	46	44	41

Manhã
 $T_s = 26^\circ\text{C}$
 $T_u = 25^\circ\text{C}$
 $\Delta T = 1^\circ\text{C}$
 UR ~ 92%

Tarde
 $T_s = 36^\circ\text{C}$
 $T_u = 35^\circ\text{C}$
 $\Delta T = 1^\circ\text{C}$
 UR ~ 93%

QUESTÃO 05

Resolução: Exemplificando, conforme valores apresentados na Tabela 1, uma mistura ar-água que contenha 25 g de vapor de água por 1m^3 de ar a 40°C apresentará uma umidade relativa de 50%. Assim, reduzindo a temperatura da mistura, sem ser retirada água do ar, a umidade relativa aumenta, podendo ocorrer à saturação, UR = 100%.

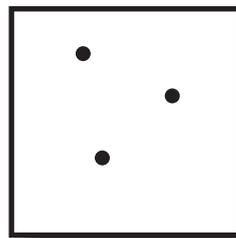
Relação entre saturação e temperatura do ar	
Temperatura (°C)	Quantidade de vapor de água que satura o Ar (g/m ³)
0	5
20	20
40	50
60	130
80	290
100	590

FONTE: VAREJÃO-SILVA, 2006

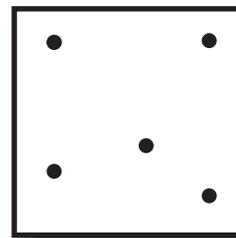
Assim, quanto maior a temperatura do ar é necessária uma maior quantidade de partículas de água na atmosfera para saturar este ambiente.

QUESTÃO 06

Resolução: A evaporação de um líquido dentro de uma sala fechada, por exemplo, aumenta o número de partículas de água na fase de vapor presente no ar, aumentando a Umidade Absoluta e, conseqüentemente, aumentando também a pressão parcial do vapor de água.



Reservatório A



Reservatório B

$$T_A = T_B ; V_A = V_B \text{ e } P_B > P_A$$

Um ambiente é dito como saturado quando possui a quantidade máxima de vapor de água que produz esta pressão.

A pressão de saturação aumenta com a temperatura do ar, assim quanto maior a temperatura do ar, é necessária uma maior quantidade de partículas de água na atmosfera para saturar este ambiente.

QUESTÃO 07

- a) **Comentário:** Segundo a tabela de relação entre saturação e temperatura do ar, contida neste exercício a 60°C a quantidade de vapor de água contido em 1m³ da mistura para a saturação do ar é 130g. Logo, esta quantidade representa 100% de umidade relativa a esta temperatura.

Resolução:

130g/m³ ————— 100%

26g/m³ ————— X

Logo X = 20%.

- b) Comentário:** A umidade relativa aumenta porque diminui a temperatura (ver tabela de saturação). A uma temperatura de 20°C a quantidade de vapor de água contido em 1m³ da mistura para a saturação do ar é de 20g. Nesta condição uma quantidade de vapor de água superior a 20g irá condensar.

Resolução: Aumenta. Sim. 6g.

Relação entre saturação e temperatura do ar	
Temperatura (°C)	Quantidade de vapor de água que satura o Ar (g/m ³)
0	5
20	20
40	50
60	130
80	290
100	590

FONTE: VAREJÃO-SILVA, 2006

QUESTÃO 08

Comentário: A condição inicial é de T = 30 °C e UR = 45 %. Isso significa que já a uma certa umidade relativa. A quantidade em de vapor de agua nessecaria para a satura é a diferença em 100% e 45%, considerando que a essa temperatura são necessárias 40 g/m³ de vapor de água para saturar o ar e que a temperatura seja mantida constante.

Resolução:

A temperatura de 30°C

40g/m³ ————— 100%

X ————— 45%

Logo X = 18g/m³.

Como a umidade relativa era de 45% e passou para 100%. Logo 40 - 18 = 22g/m³

22g ————— 1m³

X ————— 200m³

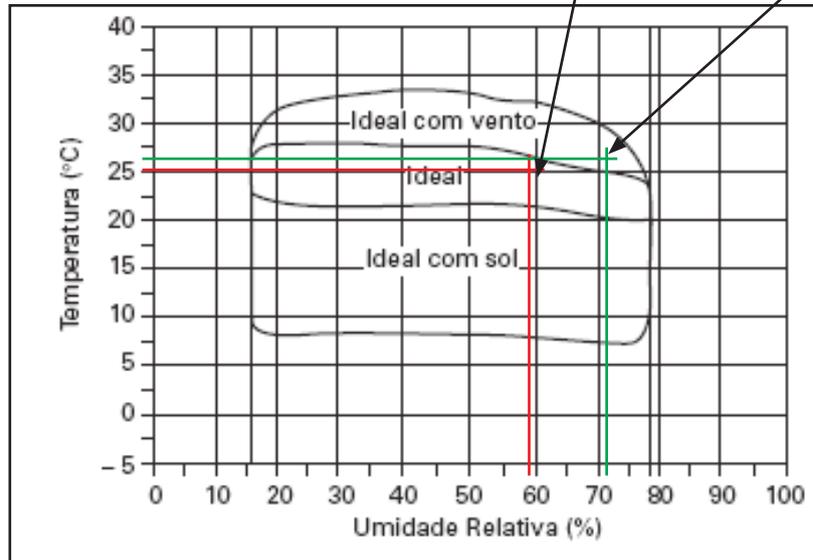
Logo X = 4400g de vapor de água para saturar a estufa.

QUESTÃO 09

Comentário:

Campo Grande com vento em outubro

Curitiba com vento em março



Temperatura e Umidade de Campo Grande e Curitiba						
	Março		Maio		Outubro	
	T(°C)	UR(%)	T(°C)	UR(%)	T(°C)	UR(%)
Campo Grande	25	82	20	60	25	58
Curitiba	27	72	19	80	18	75

Resolução: A (Curitiba com vento em março, e Campo Grande, em outubro).

QUESTÃO 10

Comentário: A queda da umidade no período da seca favorece o aparecimento de queimadas urbanas e rurais. Estes eventos deixam o ar ainda mais poluído, que associado ao ressecamento das vias aéreas, favorece o aparecimento de problemas respiratórios, onde crianças e idosos são os mais afetados.

A presença de vegetação ou espelhos de água aperfeiçoa o processo de evaporação aumentando assim a umidade relativa do ar. Em nossas casas, devemos fazer o uso de umidificadores e toalhas molhadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYODE J. O. Introdução á climatologia para os tópicos. 11.ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2006, p. 128-154.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional, Tradução de Eva Nick et al. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- ÁVILA, D. Tem água no ar. Ponto Ciência, 2009.. Disponível em: <http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=623&TEM+AGUA+NO+ARA> Acesso em: 10 julho. 2013.
- BARROS, M. P. Estudo microclimático e topofilico no Parque Mãe Boniácia da cidade de Cuiabá-MT. 2009. 166 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. / Secretaria de Educação Média e Tecnologia. Brasília, 2002. 149p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 10 julho. 2013.
- ENEM. Exame Nacional do Ensino Médio Ministério da Educação.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais 2002. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2002/2002_amarela.pdf. Acesso em: 25 agosto. 2013.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>. Acesso em: 10 julho. 2013.
- LEÃO, J. Psicômetro Medida da umidade relativa do ar. Unicamp, Disponível em: http://www.ifi.unicamp.br/vie/f809/f809sem22005/jurandil_almeidaf890rf1.pdf. Acesso em: 10 julho. 2013.
- MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo. Editora EPU, 1999.
- ROSE, C. W. Agricultural Physiscs. Pergamon, London, 1986.
- SANCHES, J. C. M. ZAMPARONI, C. A. Relação entre variáveis climatológicas e usos do solo em área de ilha de calor de Cuiabá/MT: A estação chuvosa. In: Reunião Anual da SBPC, 56, 2004, Cuiabá. Anais. Cuiabá: Departamento de Geografia da UFMT. 2004.
- SEARS, F. ZEMANSKY, M. W. YOUNG, H. D. Física 2: Mecânica dos Fluidos, Calor, Movimento Ondulatório. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 1984. 4v, p. 385-387.
- SIAS, D. B. A aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na física térmica do ensino médio. 2006.199f, Dissertação (Mestrado em Ensino de Física)- Instituto de Física da UFRGS, Rio Grande do Sul. 2006.
- TIPLER, P. A. Física para cientistas e engenheiros: Gravitação, Ondas, Termodinâmica. 3ed. Rio de Janeiro: Ltc, 1995. 2v, p. 203-204.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital 2, Recife, PE, 2006.
- W.M.O., World Climate Programme Applications, Climate and Human Health. World Meteorological Organization, 1987.

