1 INTRODUÇÃO

A umidade ou vapor de água no ar tem influência sobre uma vasta quantidade de processos físicos, químicos e biológicos; também influencia as propriedades ópticas, térmicas, elétricas e de transporte dos gases.

O conteúdo de umidade dos materiais líquidos e sólidos é influenciado pela umidade do meio ambiente, tendo grande influência na oxidação ou hidratação de alguns elementos.

Sua importância nos processos industriais pode ser observada na produção de medicamentos, semicondutores, tecidos, papel, conservação de sementes, etc. Além disso, seu controle é importantíssimo na área de ar condicionado e na ventilação mecânica de pacientes com dificuldades respiratórias.

A medição e o estudo da umidade fica simplificado quando a dividimos em três áreas principais (I.M.A., 2003):

- **Umidade em concentrações pequenas:** quando o vapor de água é tratado como contaminação, usualmente no suprimento de gás comprimido.
- **Umidade em concentrações médias:** processos a temperatura normal do ambiente.
- **Umidade em concentrações elevadas:** usualmente em processos de secagem quando temperaturas elevadas dão lugar a altos níveis de vapor de água.

A medição da umidade da mesma forma que outras grandezas de interesse, requer que instrumentos sejam devidamente calibrados e rastreados aos padrões primários internacionais.

1.1. Justificativa do presente trabalho

A umidade, independentemente da área de interesse, deve ser medida com a maior exatidão possível. Particularmente na área da ventilação mecânica, propõe-se um intervalo de umidade que deve ter uma umidade em torno de 30 a 44 miligramas de vapor de água por litro de gás saturado a 37°C.

Isso criou uma série de perguntas: o que é a umidade? Como medir a umidade? E qual é a resposta no tempo desses instrumentos utilizados na sua medição?

Além disso, a monitoração da umidade tem motivações, como o incremento dos lucros em uma indústria, onde ela é um fator de influência; a diminuição do risco de perda de vida e garantia do conforto térmico.

No monitoramento da umidade utilizam-se diferentes aparelhos, tais como higrômetros mecânicos baseados num fio de cabelo, higrômetros tipo bulbo úmido-bulbo seco, higrômetros baseados em semicondutores, higrômetros eletrolíticos, etc. (Visscher, 2000); tudo dependerá do nível de umidade e das dimensões do ponto de medição (NPL, 1996).

Um higrômetro tipo bulbo úmido-bulbo seco permite medir a umidade através do registro de duas temperaturas; uma correspondente ao ar que incide sobre o termômetro com o bulbo seco, e a segunda temperatura correspondente à temperatura registrada pelo termômetro recoberto por uma mecha umedecida com água destilada. Este segundo termômetro registrará uma temperatura menor devido ao fenômeno de resfriamento evaporativo, que é consequência da interação do ar com a água contida na mecha que recobre ao sensor de temperatura (McPearson, 2002).

O higrômetro tipo bulbo úmido-bulbo seco, também chamado psicrômetro tipo bulbo úmido-bulbo seco, apresenta a facilidade de ser construído *in loco* a partir da utilização de dois termômetros, sejam PT-100 ou termopar e um tubo de PVC; o custo de fabricação é muito baixo quando são utilizados termômetros do tipo termopar, além de ser robusto e tolerar altas temperaturas e a condensação (NPL, 1996).

Portanto, na implementação de um psicrômetro tipo bulbo úmido-bulbo seco, como em qualquer outro higrômetro, torna-se necessário conhecer suas especificações tais como o intervalo de medição, resolução, exatidão, repetitividade, reprodutibilidade, estabilidade no tempo, histerese e a resposta no tempo, que interferem na medição do parâmetro de interesse.

A resposta no tempo é uma das especificações pouco conhecidas de um psicrômetro tipo bulbo úmido e bulbo seco, e está relacionada com o tempo que levará o psicrômetro a reagir às mudanças de suas condições de operação, por exemplo, a velocidade do fluxo de ar que incide sobre os termômetros. A resposta no tempo, também chamada constante de tempo, é definida como o tempo decorrido para registrar 63% da mudança da condição de referência (NPL, 1996).

1.2. Objetivo

O objetivo desta dissertação é estudar a resposta transiente de medidores de umidade tipo bulbo seco e bulbo úmido, quer dizer, determinar a constante de tempo como função da velocidade do ar para atingir o equilíbrio.

O conhecimento da constante de tempo nos fornece um índice conveniente das características de resposta de um sensor (Ecker, 1976), permitindo-nos avaliar as vantagens e desvantagens de se utilizar termômetros tipo PT-100 ou termômetros tipo Termopar para sua construção, evitando falsas expectativas de que em tempo muito curto o usuário pode observar temperaturas estáveis, temperaturas consideradas de equilíbrio e utilizadas no cálculo da umidade relativa.

Escolheu-se este tipo de psicrômetro porque é um método direto e relativamente simples de medir a umidade, contendo uma forte base teórica (Visscher, 2000); além disso, a exatidão do método é determinada pela exatidão dos sensores bulbo úmido e bulbo seco, pela garantia de uma velocidade mínima do ar, e pela limpeza da mecha que envolve o bulbo úmido.

1.3. Metas

- Descrever o funcionamento do higrômetro tipo bulbo seco e bulbo úmido (psicrômetro).
- Determinar experimentalmente a constante de tempo de um psicrômetro como função da velocidade do ar para atingir o equilíbrio.
- Fazer uma propagação de incertezas do psicrômetro rastreadas aos padrões nacionais.
- Determinar a velocidade mínima de medição para manter a incerteza de medição em níveis aceitáveis.