

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**

GABRIELA BATISTA GOMES BRAVO

**ASPECTOS ERGONÔMICOS NA UTILIZAÇÃO DO QUADRO NEGRO
PARA OS DOCENTES DA UTFPR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**LONDRINA/PR
2017**

GABRIELA BATISTA GOMES BRAVO

**ASPECTOS ERGONÔMICOS NA UTILIZAÇÃO DO QUADRO NEGRO
PARA OS DOCENTES DA UTFPR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Moreno Peres

**LONDRINA/PR
2017**



TERMO DE APROVAÇÃO

**ASPECTOS ERGÔNICOS NA UTILIZAÇÃO DO QUADRO NEGRO PARA OS
DOCENTES DA UTFPR**

por

GABRIELA BATISTA GOMES BRAVO

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização foi apresentado em 05 de julho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dr. Fabiano Moreno Peres
Prof. Orientador

Prof. Me. José Luis Dalto

Prof^a. Dr^a. Sueli Tavares de Melo Souza

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

Dedico este trabalho à minha mãe
Zandira Batista.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Fabiano Moreno Peres, pela excelente orientação, por todo conhecimento repassado, pela atenção e dedicação para que o trabalho se realizasse.

A todos os professores que aceitaram participar da amostragem desse trabalho, que me atenderam prontamente com disposição e atenção.

Enfim, a todos amigos e também familiares que me apoiaram e por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

GOMES-BRAVO, Gabriela Batista. **Aspectos ergonômicos na utilização do quadro negro para os docentes da UTFPR.** 2017. 45 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

O trabalho dos professores auxilia no desenvolvimento econômico de um país por difundir conhecimentos, mas podem ser realizados em condições desfavoráveis. As atividades realizadas por eles são seções prolongadas na mesma posição, tanto em pé quanto sentado, preparo de aulas, uso de computadores e também posturas inadequadas na utilização do quadro negro. Esses fatores podem acarretar ao desenvolvimento de dores musculoesqueléticas devido ao desconforto ao exercer o trabalho. A saúde exerce o maior impacto sobre a capacidade do trabalho. A norma regulamentadora 17 estabelece os parâmetros para a adaptação das condições de trabalho, tendo em vista as características psicofisiológicas dos trabalhadores, propondo o máximo conforto, segurança e desempenho eficiente para o trabalhador. Portanto, a sala de aula como um ambiente de trabalho deverá estar ergonomicamente correta para proporcionar esse conforto para o trabalho dos professores. Esse trabalho tem como objetivo verificar o ajustamento do quadro negro para a utilização dos professores de maneira confortável na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no câmpus Londrina. Os métodos utilizados foram o método do usuário limite, o teste da adaptação e o método dos limites. Através dessas metodologias pode-se perceber que a altura dos olhos é um fator determinante para avaliar a altura ideal para a utilização do quadro negro. Para o método dos usuários limite, realizado entre dois professores considerados o mais baixo e o mais alto, foi possível observar que eles utilizam áreas diferentes do quadro, uma porcentagem de 24% do quadro, de maneira ergonomicamente correta. Em todos os métodos avaliados foi possível observar que a utilização confortável do quadro negro restringe-se a uma faixa horizontal estreita e não em sua totalidade, portanto necessita-se de tecnologias mais avançadas que possibilitem o ajustamento da altura do quadro na zona confortável para cada professor, de maneira ergonômica e sem oferecer riscos à saúde dos professores.

Palavras-chave: Ergonomia. Quadro-negro. Professores.

ABSTRACT

GOMES-BRAVO, Gabriela Batista. **Ergonomic aspects in the use of blackboard for UTFPR teachers.** 2017. 45 f. Monography (Specialization in Work Safety Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2017.

The work of teachers assists in the economic development of a country by disseminating knowledge, but can be carried out under unfavorable conditions. As activities performed as far as they are, both standing and sitting, preparation of classes, use of computers and inadequate posts in the use of blackboard. These factors can lead to the development of musculoskeletal pain due to the discomfort of exercising work. Health has the greatest impact on work capacity. The regulatory norm 17 establishes the parameters for the adaptation of working conditions, considering the psychophysiological characteristics of the workers, proposing the maximum comfort, safety and efficient performance for the worker. Therefore, the classroom as a work environment should be ergonomically correct to provide this comfort to the teachers' work. This work aims to verify the adjustment of the blackboard for the use of teachers in a comfortable way at the Federal Technological University of Parana, in the Londrina campus. The methods used were the limit user method, the adaptation test and the boundary method. Through these methodologies the height of the eyes is a determining factor to evaluate the ideal height for the use of the blackboard. For the user limit method, performed between two teachers considered the lowest and the highest, it was possible to observe that they use different areas of the frame, a percentage of 24% of the frame, in an ergonomically correct way. In all the methods evaluated, it was possible to observe that the comfortable use of the blackboard is restricted to a narrow horizontal range and not in its totality, therefore more advanced technologies are needed that allow the height adjustment of the frame in the comfortable zone for each Teacher, in an ergonomic way and without offering health risks to teachers.

Keywords: Ergonomic. Blackbord. Teachers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Visualização preferida dos usuários.....	17
Figura 2 - Antropometria aplicada para determinação de altura ideal para o trabalho.	18
Figura 3 - Detalhes das medições antropométricas dos docentes: (a) altura; (b) altura dos olhos; (c) comprimento do braço a partir do ombro; (d) comprimento do braço a partir das costas.	22
Figura 4 - Resultado do método do usuário limite.	27
Figura 5 - Resultado do ensaio de adaptação para altura ideal do quadro negro. ..	32
Figura 6 - Distribuição da altura do trabalho visual.....	38
Figura 7 - Categorias de satisfatório, insatisfatório e melhor ajuste de altura do trabalho visual para os professores.....	40
Figura 8 - Exemplo da utilização do quadro negro por um professor.	41
Figura 9 - Utilização do quadro negro pelo professor.....	42
Figura 10 - Exemplo de quadro negro móvel.....	42
Figura 11 - Exemplo do quadro móvel.....	43
Figura 12 - Tabela com estimativa antropométrica para adultos Ingleses entre 19 – 65 anos.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios e faixa considerável para a utilização do quadro negro.....	23
Tabela 2 - Medições antropométrica dos indivíduos da amostra.....	25
Tabela 3 – Resposta espontânea dos indivíduos da amostra.....	25
Tabela 4 - Medições da altura dos quadros negros das salas de aula.	26
Tabela 5 - Resultados das medições da altura dos olhos e os valores informados pelos indivíduos da amostra para as alturas mais confortáveis.	28
Tabela 6 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita muito baixas.....	29
Tabela 7 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita alta demais	30
Tabela 8 - Porcentagem de satisfação para cada altura.....	31
Tabela 9 - Critério e valores de distribuição da altura dos olhos.....	33
Tabela 10 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita baixo demais.....	34
Tabela 11 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita muito baixo	35
Tabela 12 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita muito alto.	36
Tabela 13 – Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita alto demais	37
Tabela 14 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho satisfatório, insatisfatório e melhor ajuste.....	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
3.1 ERGONOMIA.....	13
3.2 NORMAS REGULAMENTADORA 17.....	14
3.3 ANTROPOMETRIA.....	14
3.4 O TRABALHO DO DOCENTE E OS PROBLEMAS RELACIONADOS COM A ATIVIDADE	15
4 METODOLOGIA	19
4.1 MÉTODO DO USUÁRIO LIMITE	19
4.2 ENSAIO DE ADAPTAÇÃO	20
4.2.1 Amostragem e definição dos indivíduos	20
4.2.2 Coleta de Dados	21
4.3 MÉTODO DOS LIMITES.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 MÉTODO DO USUÁRIO LIMITE	26
5.2 ENSAIO DE ADAPTAÇÃO	27
5.3 MÉTODO DOS LIMITES.....	33
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	46
ANEXO A - Estimativas antropométrica para Ingleses	48

1 INTRODUÇÃO

Os professores são essenciais para o funcionamento do sistema de educação, o trabalho que exercem envolve uma variedade de responsabilidades e deveres que podem ser executados sob condições desfavoráveis. Dentre estas condições pode-se citar: sessões prolongadas na mesma posição, sentados ou em pé, posturas inadequadas adotadas quando utiliza-se o quadro negro, ao ajudar o aluno durante as atividades, nas atividades de preparo de aulas e o uso de computadores. Esses fatores correlacionam-se com o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos devido a cargas constantes, dores ou desconforto dos músculos nos ombros, pescoço e costas (ERICK; SMITH, 2013 ERICK; SMITH, 2014; VEDOVATO; MONTEIRO, 2014).

A saúde é um fator que exerce o grande impacto sobre a capacidade para o trabalho e seu papel está relacionado com a capacidade funcional e à presença de doenças. O funcionamento musculoesquelético é um dos aspectos que tem maior impacto na capacidade funcional, dado seu papel significativo sobre o desgaste do trabalhador, pois se relaciona ao desempenho das demandas do trabalho (MARTINEZ et al., 2010).

Os distúrbios musculoesqueléticos são lesões em músculos, tendões, ligamentos, articulações, cartilagem e no sistema nervoso. Afetam quase todos os tecidos, incluindo os nervos. São mais frequentes nos braço e costas. Os sintomas desse distúrbio são dores, dormência, formigamento, articulações rígidas, dificuldades de se mover, perda muscular e paralisia. Incluem nesse distúrbio a síndrome do túnel do carpo, tendinite, ciática, hérnia de disco e dor lombar (OSHA, 2000; ERICK,SMITH, 2014).

Os profissionais da saúde e da segurança do trabalho chamam essa doença de uma variedade de nomes, incluindo transtornos de traumas cumulativos, traumas repetitivos, lesões por esforço repetitivo e síndrome de sobre-esforço ocupacional (OSHA, 2000).

A ergonomia é a ciência do trabalho, das pessoas que o fazem e o modo como são feitas, pode ser definida como o trabalho interprofissional que procura o ajuste mútuo entre o ser humano e o ambiente do trabalho de forma confortável, produtiva e segura, ou seja, a ergonomia procura adaptar o trabalho às pessoas (PHEASANT, 2003; COUTO, 2007).

No Brasil, a Norma Regulamentadora 17 estabelece e norteia os parâmetros para a adaptação das condições de trabalho, tendo em vista as características psicofisiológicas dos trabalhadores, proporcionando um máximo conforto, segurança e desempenho eficiente para o trabalhador. A sala de aula como um ambiente de trabalho deverá estar ergonomicamente correta para proporcionar um conforto para o trabalho do professor. Os aspectos ergonômicos relacionados a sala de aula são as condições físicas adequadas com: ventilação, layout, ruídos, mobiliários entre outros. Além das condições físicas, as ferramentas de trabalho para o docente devem estar adequadas, como por exemplo o uso do quadro negro.

Portanto, esse trabalho tem como objetivo verificar o ajustamento do quadro negro para a utilização dos professores de maneira confortável e com posturas adequadas, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Londrina, vale ressaltar que a utilização do quadro negro de maneira ergonomicamente incorreta pode oferecer riscos físicos à saúde do trabalhador, como por exemplo, dores musculoesqueléticas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o ajustamento do quadro negro em relação a sua utilização correta pelos docentes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no *campus* Londrina.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as características antropométrica dos docentes em relação a posturas para desenvolver atividades no quadro negro;
- Aplicar os métodos antropométricos para a verificação do ajuste do quadro negro;
- Propor solução para o melhor ajustamento da posição de trabalho do professor junto ao quadro negro.

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 ERGONOMIA

A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao ser humano. As ferramentas e equipamentos que são utilizadas por humanos, os locais onde trabalham e os aspectos psicossociais da situação em que se trabalha. O trabalho pode ser definido como qualquer atividade humana planejada ou determinada particularmente, envolvendo um grau de habilidade ou esforço de algum tipo (IIDA; GUIMARÃES,2016; PHEASANT, 2003).

Existem diversas definições de ergonomia, ressaltando o caráter interdisciplinar e a interação entre o ser humano e o trabalho no sistema homem-máquina-ambiente. A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) adota a definição de ergonomia como:

“Ergonomia (ou Fatores Humanos) é a disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.”

De acordo com Iida e Guimarães (2016) a ergonomia estuda os diversos fatores que podem influenciar no desempenho do sistema a fim de reduzir as consequências nocivas sobre o trabalhador. Preocupa-se com o desenho (*design*) dos artefatos e ferramentas, essas tarefas são consideradas no trabalho em sentido amplo. E em outras palavras, a ergonomia é a ciência de montar o trabalho para o trabalhador e o produto para o usuário com o objetivo de obter a melhor combinação possível entre o produto e seus usuários, considerando as características físicas e mentais dos seus usuários.

Um ambiente ergonômico ou ferramentas ergonomicamente viáveis dependem das circunstâncias e os critérios de uma atividade laboral. Esses critérios são: eficiência funcional, facilidade de uso, conforto, saúde, segurança e qualidade de vida profissional. A saúde e segurança do trabalhador são preservadas quando as exigências do trabalho e do ambiente estiverem dentro das capacidades e limitações desse trabalhador, sem ultrapassar os limites fisiológicos e cognitivos

evitando o estresse, fadiga, riscos de acidente e de doenças ocupacionais (IIDA; GUIMARÃES, 2016; PHEASANT, 2003).

3.2 NORMAS REGULAMENTADORA 17

No Brasil, a Norma Regulamentadora 17, de 21 de junho de 2007, estabelece os parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. A norma também situa que as condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e as condições do posto de trabalho e também a própria organização do trabalho.

A norma aborda que todos os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar adequados às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado. Cabe ao empregador avaliar a adaptação das condições de trabalhos de acordo com as características psicofisiológicas dos trabalhadores, através de análise ergonômica do trabalho, abordando as condições de trabalhos exigidas por essa norma regulamentadora.

3.3 ANTROPOMETRIA

A antropometria é a ciência humana que estuda as medidas do corpo, particularmente o tamanho, forma, força do corpo e capacidade de trabalho. A antropometria é um importante ramo da ergonomia, com a correspondência da forma física, dimensões do produto ou espaço de trabalho para os seus usuários e a forma das exigências físicas do trabalho (PHEASANT; 2003).

A antropometria surge com a necessidade da produção em massa de produtos que se adequem a maioria de uma população. Com o crescimento do comércio internacional, necessita-se estabelecer os padrões mundiais de medidas antropométricas, possibilitando a criação e produção de produtos universais,

adaptáveis aos usuários de diferentes localidades, países e regiões (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

Iida e Guimarães (2016) descrevem três tipos de medidas antropométricas condicionadas as medições e análise posterior dos resultados obtidos, relacionados com o objetivo de cada análise. Esses três tipos são: antropometria estática ou estrutural; antropometria dinâmica e antropometria funcional. Na antropometria estática as medições são realizadas nos segmentos corporais, entre pontos anatômicos e com o corpo parado. A antropometria dinâmica mede os alcances dos movimentos corporais, onde as medições são realizadas entre pontos anatômicos feitos com o sujeito realizando algum movimento, complementam os dados da antropometria estática e contribuem para realizar projetos mais precisos. E a antropometria funcional aplica-se quando há uma conjugação de diversos movimentos corporais para a execução de uma tarefa.

3.4 O TRABALHO DO DOCENTE E OS PROBLEMAS RELACIONADOS COM A ATIVIDADE

As tarefas diárias dos professores envolvem uma grande variedade de responsabilidades e funções que podem ser realizadas sob condições desfavoráveis. A contribuição para um desconforto ao realizar o trabalho pode ser devido à falta de estruturas mais adequadas para evitar sessões prolongadas ao uso de móveis inadequados. Dentre as atividades dos professores que podem causar essas condições desfavoráveis no trabalho destaca-se posturas incomodas que podem ser adotadas ao escrever no quadro negro, atendimento ao aluno, atividades como preparação de aulas, leituras e etc. (ERICK, SMITH, 2014).

De acordo com Fernandes et al. (2011) o ritmo acelerado de trabalho realizado pelos docentes impõe um processo de esforço permanente a eles. Diante disto, os professores são acometidos por doenças que se manifestam no decorrer dos anos de trabalho, essa categoria de profissionais são as que mais tem sofrido agravos à saúde. Os riscos ocupacionais provenientes das condições de trabalho dos docentes podem provocar mecanismos agravadores de morbidades

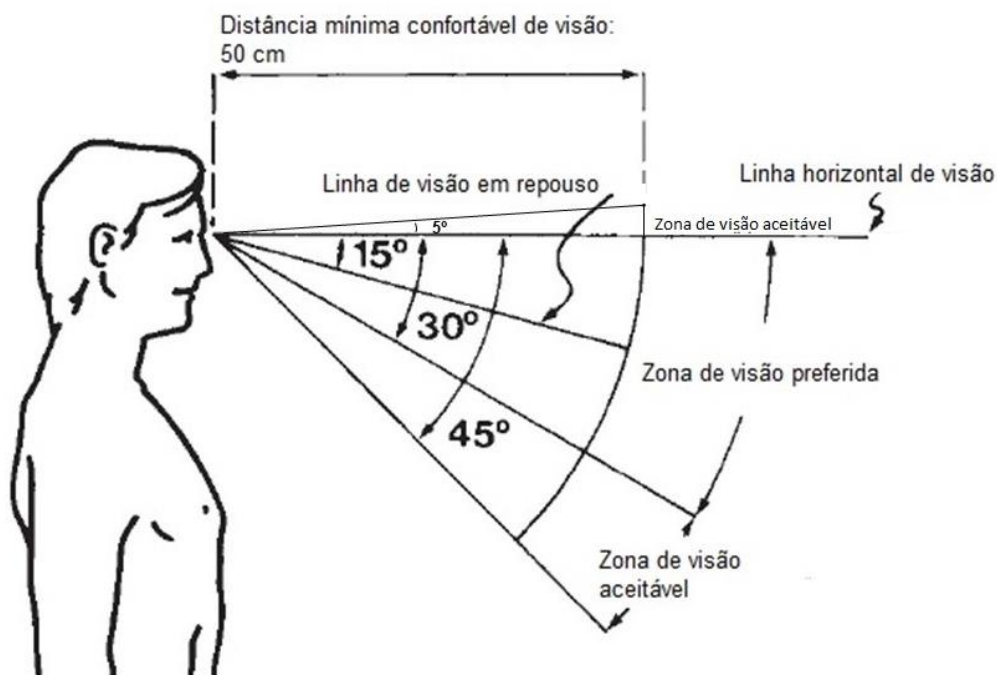
relacionadas ao trabalho, como por exemplo os sintomas de dores e desordem musculoesqueléticas (RIBEIRO, 2008).

As desordens musculoesqueléticas representam um problema ocupacional comum entre os professores, podendo afetar músculos do corpo, articulações, tendões, ligamentos, nervos, ossos e o sistema de circulação sanguínea. Pode variar de pequenas dores até casos mais crônicos e o tratamento são muitas vezes insatisfatórios, resultando em incapacidade permanente e perda laboral. Essa doença na maioria dos casos é ocasionada ao longo do tempo pelo próprio trabalho ou pelo ambiente de trabalho (ERICK, SMITH, 2014).

A distância do objeto e a posição do foco do trabalho visual do trabalhador, particularmente do professor, quando este escreve no quadro, são determinantes porque estes parâmetros determinam a posição da cabeça e do pescoço. A parte central do campo visual – a visão foveal¹ - é aquela suficientemente sensível para as tarefas visuais, tais como a leitura de texto. A visão foveal é limitada a um ângulo em torno de 5° acima da linha de fixação central. Por outro lado, a faixa de fixação visual de um trabalhador em pé situa-se entre 0° e 30°, em relação a linha horizontal na altura dos olhos, sendo que a linha ótima de visão situa-se no centro dessa faixa, conforme figura 1. Entretanto, considerando-se que certa flexão do pescoço pode ser admitida, esta faixa pode ser estendida em torno de 15° (PHEASANT, 2003).

¹ Fóvea é a região central da retina do olho humano, do tamanho da cabeça de um alfinete, onde se concentram as cores e onde se forma a imagem que será transmitida ao cérebro, responsável pela discriminação dos objetos (RAMOS, 2006).

Figura 1- Visualização preferida dos usuários.

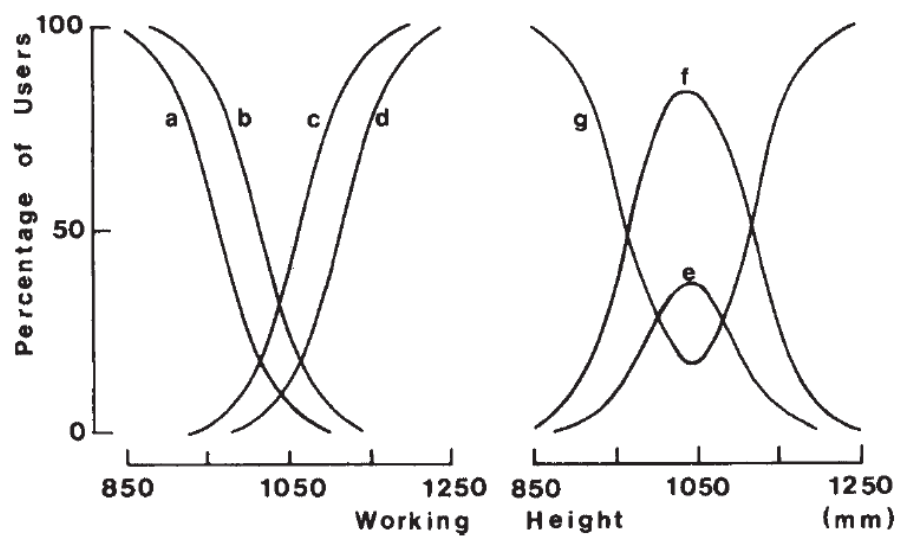


Fonte: Modificado Pheasant (2003).

A distância visual mínima do objeto pode ser tomada como 50 cm (PHEASANT, 2003), o qual será fixada neste trabalho, considerando-se que além do trabalho visual, o professor escreve no quadro, o que depende também, é claro, das dimensões dos seus membros superiores.

Pheasant (2003) define que o melhor ajuste para altura de trabalho de um objeto resulta em gráficos como demonstrado na figura 2, através dos seguintes critérios: muito alto, muito baixo, alto, baixo, melhor ajuste, satisfatório e insatisfatório. Os valores para estabelecer uma altura ótima de trabalho descrevem uma curva normal (Figura 2 (e)), enquanto que critérios como por exemplo “muito alto” ou “muito baixo” produzem obras normais voltadas em direções opostas (Figura 2 (a), (b), (c) e (d)). Pode-se agrupar os critérios perfeitamente correspondidos com os critérios “alto” e “baixo” em uma categoria satisfatório (Figura 2 (f)), restando então uma categorial de “insatisfatório” (Figura 2 (g)). Então, a melhor altura de trabalho segue necessariamente a forma de distribuição normal seguindo critérios estabelecidos, melhor ajuste para o objeto e também as especificações do *design* do objeto a ser estudado.

Figura 2 - Antropometria aplicada para determinação de altura ideal para o trabalho.



Fonte: PHEASANT, 2003.

4 METODOLOGIA

Para as finalidades deste trabalho foram adotadas três técnicas de análise. A primeira delas é baseada no princípio do usuário limite (PHEASANT, 2003), definido como o membro de uma população usuária do artefato (neste caso o quadro), que em virtude de suas características físicas impõe a restrição mais severa para o projeto do artefato. Neste trabalho, a característica física determinante foi tomada como a altura dos olhos da pessoa. Assim, os usuários limites foram determinados como sendo as pessoas supostamente de maior e menor altura dos olhos dentre os professores do câmpus. A segunda técnica utilizada foi a do teste de adaptação, no qual uma amostra aleatória dos indivíduos da população é solicitada a opinar espontaneamente sobre a adequação de determinada medida, no caso a altura mínima e máxima da posição visual (de escrita) no quadro, em termos de: muito alta, muito baixa e ótima. Por fim, o método dos limites é um tratamento semelhante ao teste de adaptação, onde critérios antropométricos são utilizados ao invés do julgamento pessoal das pessoas. A aplicação destas técnicas é detalhada a seguir.

4.1 MÉTODO DO USUÁRIO LIMITE

O método do usuário limite, de acordo com Pheasant (2003), foi utilizado para determinar as características antropométricas dos docentes e sua influência na utilização do quadro negro, em virtudes de suas características físicas no qual impõe uma restrição à utilização de todo o quadro negro da sala de aula. A restrição nesse método foi a altura dos docentes, para isso foi selecionado dois docentes considerados mais alto do câmpus e o mais baixo, o que caracterizou os extremos para essa pesquisa.

Para esse teste foi utilizado a altura dos olhos dos docentes e a distância do quadro para determinar a área do quadro mais confortável para execução da atividade do docente no quadro negro.

Foi determinado, conforme descrito por Pheasant (2003) as condições de visão preferida estabelecendo uma distância confortável mínima de visão de 50 centímetros. A partir dessa distância foi determinado a área responsável pela visão

nítida, considerada um ângulo de 5° a partir de uma linha fixa central; a linha de visão em repouso considerada à 15° da linha horizontal fixa; a localização das visualizações da linha horizontal para baixo à um ângulo de 30°, considerado como linha de visão ideal, a linha de visão aceitável à 45° dado a linha horizontal de visão, considerando uma distância mínima, conforme apresenta na figura 1.

4.2 ENSAIO DE ADAPTAÇÃO

4.2.1 Amostragem e definição dos indivíduos

A amostragem foi realizada para a seleção aleatória dos docentes na universidade, no câmpus Londrina, no qual nos permite associar aos resultados de um experimento à valores reais.

Na falta de dados antropométricos atualizados da população brasileira mais específicos, como a altura dos olhos, usou-se a tabela de estimativas das medidas antropométricas da população inglesa, de idade entre 19 e 65 anos, disponível em Pheasant (2003).

Segundo Pheasant (2003), a altura dos olhos das populações de homens e mulheres é normalmente distribuída. Os dados de média e desvio padrão (entre parênteses) são 1630 (69) e 1505 (61), respectivamente.

Foi realizada uma combinação linear das alturas dos olhos das populações de homens e mulheres. De acordo com Pheasant (2003), o desvio da normalidade é tão pequeno na prática que pode ser ignorado. O número dos docentes do câmpus na listagem final é de 153, sendo 95 homens (62%) e 58 mulheres (38%), foi feito a exclusão dos professores afastados, já que estes não poderiam ser selecionados para as medições.

A distribuição normal mista (combinação linear de variáveis normais independentes) foi aplicada para definir os valores da altura dos olhos considerando a distribuição de homens e mulheres, pelas seguintes equações (NETO et al, 2010; PORTAL ACTION, 2017):

$$E(x) = \sum_{i=1}^n \omega_i \mu_i \quad (1)$$

$$Var(x) = \sum_{i=1}^n \omega_i ((\mu_i - \mu)^2 + \sigma_i^2) \quad (2)$$

Onde w_i são constantes que representam o peso de cada distribuição independente, μ_i e σ_i são as respectivas médias e desvios-padrões.

Assim, as duas distribuições foram combinadas conforme as seguintes expressões (NETO et al, 2010).

$$E(x) = \mu = \sum_{i=1}^n w_i \mu_i = (0,62 \times 1630) + (0,38 \times 1505) = 1583 \quad (3)$$

$$Var(x) = \sum_{i=1}^n w_i ((\mu_i - \mu)^2 + \sigma_i^2) = 0,62[(1630 - 1583)^2 + 69^2] + 0,38[(1505 - 1583)^2 + 61^2] = 8047 \quad (4)$$

Admitindo-se um erro máximo de 60 mm na altura dos olhos, com 95% de confiança, o número de amostras foi definido conforme a seguinte expressão:

$$n = \left(\frac{1,96 \times \sigma}{e_0} \right)^2 = \left(\frac{1,96 \times 90}{60} \right)^2 = 8,64 \cong 10 \text{ indivíduos} \quad (5)$$

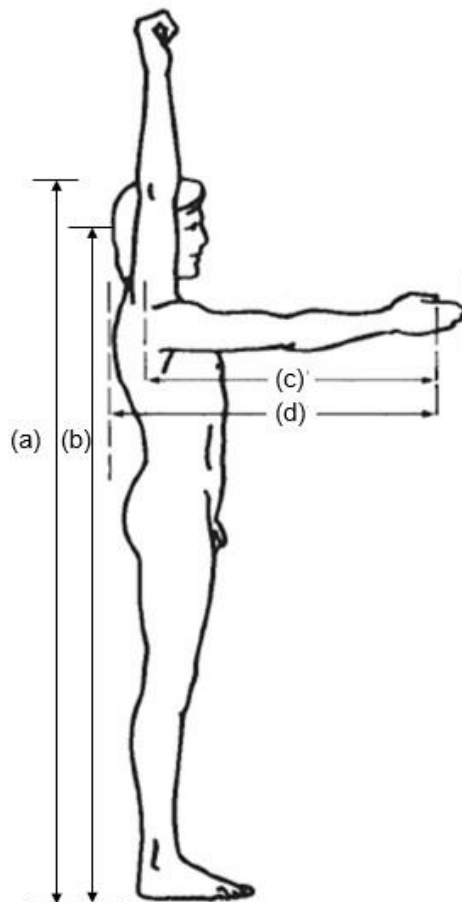
Para a seleção dos 10 indivíduos primeiramente foi realizada a mistura aleatória dos nomes, como o auxílio do programa MS Excel e atribuído um número de ordem a cada nome na nova sequência, de 1 a 153, e então foi selecionado os indivíduos através da função “amostragem aleatória”.

4.2.2 Coleta de Dados

Para realização desse trabalho primeiramente foram realizadas as medições antropométricas dos docentes com o auxílio de uma trena. As medidas coletadas dos usuários selecionados foram: altura, altura dos olhos, comprimento do braço, distância do quadro do quadro ao pé e do quadro ao ombro, altura máxima e mínima confortável para utilização do quadro negro e o número do calçado.

A Figura 3 ilustra com detalhes como foram realizadas as medições:

Figura 3- Detalhes das medições antropométricas dos docentes: (a) altura; (b) altura dos olhos; (c) comprimento do braço a partir do ombro; (d) comprimento do braço a partir das costas.



Fonte: Pheasant (2003) modificado.

Outro dado coletado foi a altura dos quadros negro das salas de aula da universidade.

O ensaio de adaptação foi realizado de acordo com Pheasant (2003), no qual os docentes selecionados através da amostragem estão sujeitos a um artefato de trabalho, o quadro negro, a fim de fazer julgamentos quanto as dimensões e as características ergonômicas adequadas para o usuário.

Para a realização desse ensaio utilizou-se as medições de uma amostra aleatória dos indivíduos, determinada conforme item 4.2.1. Nos indivíduos da amostra foram medidas a altura máxima e mínima confortável para utilização do quadro negro; altura dos olhos; e a altura mais confortável. Para essas variáveis foram calculados a média e o desvio padrão convencionais.

O objetivo do ensaio foi determinar a altura ideal considerada confortável para os professores utilizarem o quadro negro, através da distribuição gaussiana,

pois a maioria das variáveis antropométricas adequa-se à distribuição normal em populações razoavelmente homogêneas (PHEASANT, 2003).

Assumindo-se que os resultados são normalmente distribuídos e com auxílio da variável padrão “z” (Costa Neto, 1977), determinou-se as distribuições das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita muito baixas e muito altas, e a partir destas, a distribuição da porcentagem de satisfação em função da altura do trabalho visual. A porcentagem de satisfação para cada altura foi obtida subtraindo-se de 100 as porcentagens dos que julgavam a altura muito baixa ou muito alta.

4.3 MÉTODO DOS LIMITES

O método do usuário limite foi utilizado de acordo com Pheasant (2003). É um método análogo do ensaio de adaptação, no qual os critérios e dados antropométricos são utilizados para expandir e definir a uma população maior do que a população selecionada pela amostragem.

Foi utilizada a estimativa antropométrica para ingleses adultos, de idade entre 19 – 65 anos que encontra-se no anexo A.

Os critérios estabelecidos para esse método estão representados na Tabela 2 a seguir:

Tabela 1 - Critérios e faixa considerável para a utilização do quadro negro	
Critério	Faixa considerável para utilização do quadro negro
45° abaixo da linha dos olhos	Baixo demais
30° abaixo da linha dos olhos	Muito baixo
0° (altura dos olhos)	Muito alto
5° acima da linha dos olhos	Alto demais

Para fins de verificação da adequação da adoção dos dados antropométricos da população inglesa, foi feito um teste para a média da altura dos olhos da amostra do teste de adaptação (item 4.2) em relação à média da distribuição mista da população inglesa, com auxílio da distribuição t de Student, ao nível de significância de 5%. De acordo com o resultado do teste estatístico, as medias não podem ser

tomadas como diferentes, de forma que é razoável, para os fins deste trabalho, adotar os valores estimados da altura dos olhos da população inglesa como referência.

Assumindo-se que os dados populacionais são normalmente distribuídos e com auxílio da variável padrão “z” (Costa Neto, 1977), determinou-se as distribuições das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita muito baixas, muito altas, baixa demais e alta demais, conforme critérios da tabela 1. A partir destas distribuições, construiu-se a distribuição da porcentagem de indivíduos que consideram a determinada altura de trabalho visual apenas satisfatória (mas não ideal). Assim, para cada altura, a porcentagem de satisfação foi determinada subtraindo-se de 100 a porcentagens de indivíduos que considerariam aquela altura baixa ou alta demais. Por exclusão de 100%, a porcentagem dos indivíduos que manifestariam insatisfação com determinada altura foi imediatamente calculada ($100 - \% \text{satisfação}$). Por fim, a porcentagem de indivíduos que considerariam determinada altura como o melhor compromisso para o trabalho visual é obtido quando se subtrai de 100 a porcentagem daqueles que a considerariam apenas muito baixa ou muito alta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados através das medições antropométricas e as respostas espontâneas dos docentes da amostra e dos usuários limite para as alturas máximas e mínimas encontram-se nas Tabela 2 e 3.

Tabela 2 - Medições antropométrica dos indivíduos da amostra.

Docente	Altura (m)	Altura dos olhos (m)	Comprimento braço (costas até mão) (m)	Comprimento braço (ombro até mão)(m)	nº calçado
P1	1,8	1,7	0,82	0,74	42
P2	1,83	1,74	0,81	0,72	41
P3	1,84	1,7	0,74	0,7	41
P limite 1	2	1,9	0,91	0,75	44
P limite 2	1,46	1,39	0,56	0,62	34
P4	1,66	1,55	0,62	0,7	38
P5	1,77	1,63	0,63	0,72	38
P6	1,75	1,65	0,8	0,7	41
P7	1,79	1,69	0,79	0,7	42
P8	1,68	1,54	0,64	0,58	37
P9	1,74	1,65	0,7	0,6	40
P10	1,59	1,5	0,55	0,56	36

Tabela 3 – Resposta espontânea dos indivíduos da amostra.

Docente	Distância do quadro (pé ao quadro) (cm)	Distância do quadro (braço) (cm)	Altura máx. confortável (cm)	Altura min. confortável (cm)
P1	40	57	256	119
P2	40	68	203	120
P3	33	58	195	102
P limite 1	42	67	230	129
P limite 2	25	50	165	95
P4	37	58	172	119
P5	51	57	197	127
P6	38	61	164	118
P7	28	64	199	165
P8	20	41	187	120
P9	40	61	178	123
P10	37	55	192	109

Os resultados das medições do quadro negro das salas de aula do câmpus Londrina da UTFPR estão apresentados na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Medições da altura dos quadros negros das salas de aula.

Sala	Limite inferior – h (cm)	Limite superior – H (cm)
B203	77	206
B204	90	210
B205	90	210
B206	87	207
B207	91	211
A103	93	213
A105	92	212
A106	92	214
K203	98	206
K205	100	206
K206	100	206
K207	92	193
K208	100	206
K209	92	195
K210	93	194
K211	93	194
K212	94	194

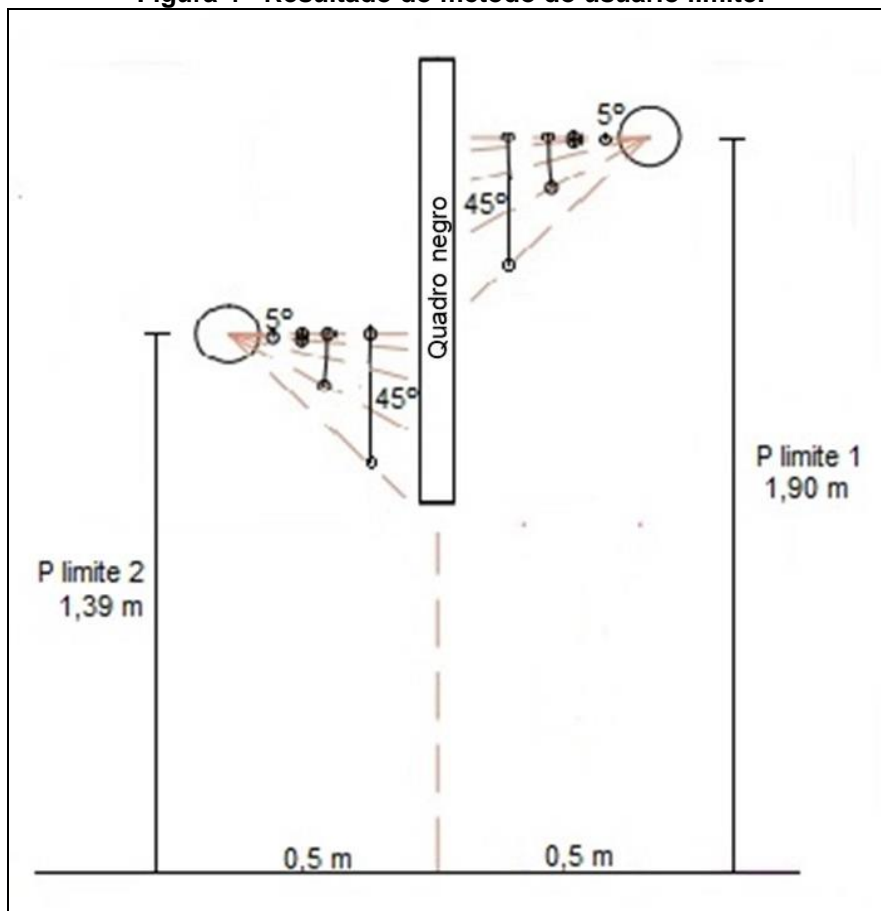
5.1 MÉTODO DO USUÁRIO LIMITE

Os dois professores selecionados para o teste apresentam as seguintes características: P limite 1 com altura de 1,90 metros e o P limite 2, com altura de 1,39.

De acordo com os dados analisados dos dois professores com alturas muito distintas, nota-se que a utilização do quadro negro pelos professores não ocorre em sua totalidade, ou seja, partes do quadro negro fica subutilizado, já que para cada um as zonas preferíveis de utilização não são na mesma altura (figura 4).

Conforme a variação dos ângulos, a zona preferida caracteriza somente a 24% do quadro negro para os professores, e somando as porcentagens de utilização dos quadros temos que menos de 50% dele é utilizado se o professor manter a postura adequada para escrever no quadro.

Figura 4 - Resultado do método do usuário limite.



Pheasant (2003) diz que a zona aceitável de 45° da altura dos olhos é aceitável, mas percebe-se que nessa angulação deve observar o comprimento do braço, considerando a distância de 50 cm do quadro.

5.2 ENSAIO DE ADAPTAÇÃO

A Tabela 5 a seguir apresenta os resultados das medições da altura dos olhos e os valores informados espontaneamente pelos indivíduos da amostra para as variáveis: altura máxima e mínima confortável; e altura mais confortável considerando o ângulo de 15°.

Tabela 5 - Resultados das medições da altura dos olhos e os valores informados pelos indivíduos da amostra para as alturas mais confortáveis.

	Altura máx. confortável (cm)	Altura mín. confortável (cm)	Altura dos olhos (cm)	Altura mais confortável (cm)
P 1	256	119	170	156,6
P 2	203	120	174	160,6
P 3	195	102	170	156,6
P 4	172	119	155	141,6
P 5	197	127	163	149,6
P 6	164	118	165	151,6
P 7	199	165	169	155,6
P 8	187	120	154	140,6
P 9	178	123	165	151,6
P 10	192	109	150	136,6
Média (cm)	194,3	122,2	163,5	150,1
desv.pad.A	25,1	16,6	7,99	7,99

Considerando os critérios de altura do quadro negro alto demais e baixo demais, foi possível elaborar o gráfico de distribuição das porcentagens dos usuários que consideram a altura do trabalho visual/escrita alto demais e baixo demais e também a curva de satisfação para melhor altura de trabalho, os cálculos estão apresentados na tabela 6, 7 e 8.

Tabela 6 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita muito baixas

altura mínima do quadro (cm)	z	% curva normal	% que acham baixa demais
80,00	-2,54	0,01	99,44
85,00	-2,24	0,01	98,74
90,00	-1,94	0,03	97,37
95,00	-1,64	0,05	94,92
100,00	-1,34	0,09	90,92
105,00	-1,03	0,15	84,97
110,00	-0,73	0,23	76,86
115,00	-0,43	0,33	66,76
120,00	-0,13	0,45	55,27
125,00	0,17	0,57	43,31
130,00	0,47	0,68	31,94
135,00	0,77	0,78	22,06
140,00	1,07	0,86	14,21
145,00	1,37	0,91	8,50
150,00	1,67	0,95	4,72
155,00	1,97	0,98	2,42
160,00	2,27	0,99	1,15
165,00	2,58	0,99	0,50
170,00	2,88	1,00	0,20
175,00	3,18	1,00	0,07
180,00	3,48	1,00	0,03
185,00	3,78	1,00	0,01
190,00	4,08	1,00	0,00
195,00	4,38	1,00	0,00
200,00	4,68	1,00	0,00
205,00	4,98	1,00	0,00
210,00	5,28	1,00	0,00
215,00	5,58	1,00	0,00
220,00	5,88	1,00	0,00
225,00	6,19	1,00	0,00
230,00	6,49	1,00	0,00
235,00	6,79	1,00	0,00
240,00	7,09	1,00	0,00
245,00	7,39	1,00	0,00
250,00	7,69	1,00	0,00

Tabela 7 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita alta demais

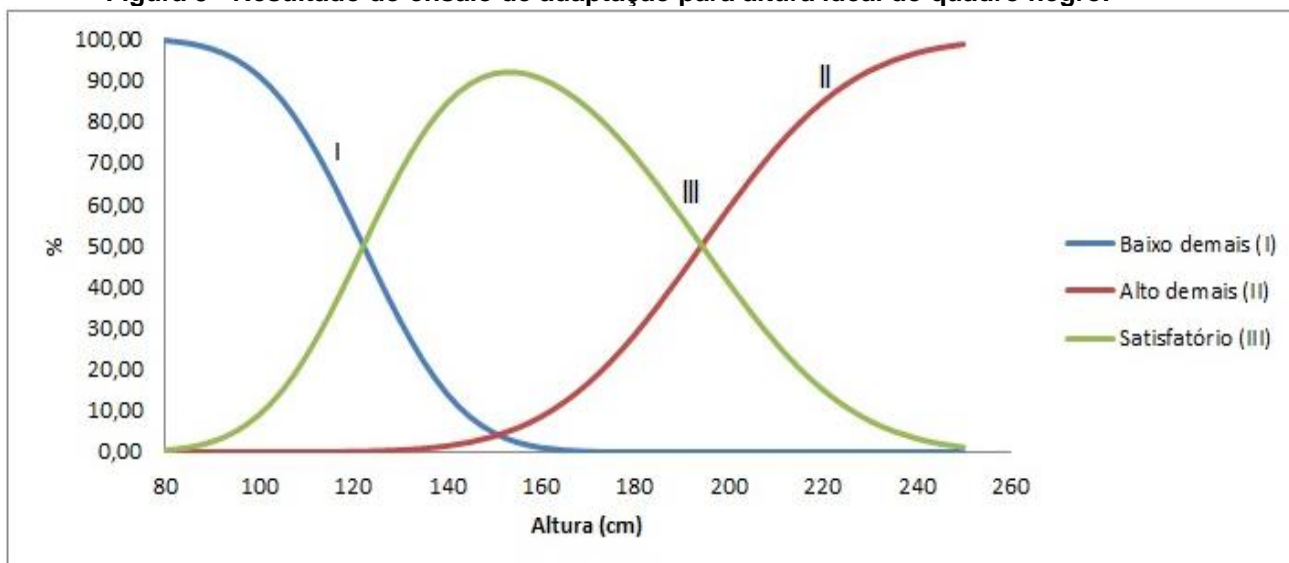
altura máxima do quadro (cm)	z	% curva normal	% que acham alta demais
80,00	-4,56	0,00	0,00
85,00	-4,36	0,00	0,00
90,00	-4,16	0,00	0,00
95,00	-3,96	0,00	0,00
100,00	-3,76	0,00	0,01
105,00	-3,56	0,00	0,02
110,00	-3,36	0,00	0,04
115,00	-3,16	0,00	0,08
120,00	-2,96	0,00	0,15
125,00	-2,77	0,00	0,28
130,00	-2,57	0,01	0,51
135,00	-2,37	0,01	0,90
140,00	-2,17	0,02	1,51
145,00	-1,97	0,02	2,46
150,00	-1,77	0,04	3,86
155,00	-1,57	0,06	5,84
160,00	-1,37	0,09	8,55
165,00	-1,17	0,12	12,12
170,00	-0,97	0,17	16,61
175,00	-0,77	0,22	22,06
180,00	-0,57	0,28	28,41
185,00	-0,37	0,36	35,53
190,00	-0,17	0,43	43,19
195,00	0,03	0,51	51,11
200,00	0,23	0,59	59,00
205,00	0,43	0,67	66,53
210,00	0,63	0,73	73,45
215,00	0,83	0,80	79,56
220,00	1,03	0,85	84,74
225,00	1,23	0,89	88,97
230,00	1,42	0,92	92,29
235,00	1,62	0,95	94,78
240,00	1,82	0,97	96,59
245,00	2,02	0,98	97,85
250,00	2,22	0,99	98,69

Tabela 8 - Porcentagem de satisfação para cada altura

altura do quadro (cm)	% Satisfatório
80,00	0,56
85,00	1,259097369
90,00	2,632382798
95,00	5,081149412
100,00	9,072003008
105,00	15,01607916
110,00	23,10598317
115,00	33,16435504
120,00	44,58284351
125,00	56,40549196
130,00	67,54412293
135,00	77,04272585
140,00	84,28044365
145,00	89,03808501
150,00	91,42643669
155,00	91,73759113
160,00	90,29880054
165,00	87,3830538
170,00	83,18828829
175,00	77,86512121
180,00	71,5622291
185,00	64,46431611
190,00	56,80968029
195,00	48,88518903
200,00	41,00338997
205,00	33,46983597
210,00	26,54946324
215,00	20,43970542
220,00	15,25545337
225,00	11,02763341
230,00	7,713917689
235,00	5,217700408
240,00	3,410452048
245,00	2,152912828
250,00	1,311917849

A Figura 5 representa o resultado de adaptação para a altura ideal do quadro negro para os professores seleccionados na amostragem.

Figura 5- Resultado do ensaio de adaptação para altura ideal do quadro negro.



Um ensaio de adaptação é caracterizado como uma experiência psicofísica, no qual os professores fizeram julgamentos subjetivos relativos à utilização do quadro negro em sala de aula, portanto esses dados são caracterizados como espontâneos. As distribuições normais “baixo demais” e “alto demais” definem a terceira distribuição normal por subtração de seus valores somados de 100%, nota-se que o ponto ótimo da altura do quadro, na curva satisfatório é de aproximadamente 150 cm, que satisfaz aproximadamente 90% da população.

De acordo com Pheasant (2003) esse resultado é semelhante em outras áreas da ergonomia, pois dentro deste princípio podemos encontrar essa forma em qualquer situação em que as pessoas estejam expressando uma preferência subjetiva em um conjunto contínuo bipolar.

Observando-se os resultados, pode-se verificar que a altura média do trabalho visual/escrita mais confortável, obtida a partir de respostas espontâneas, (150,1 cm - tabela 8) coincide com os resultados da distribuição do nível de satisfação/rejeição em relação às alturas mínimas e máximas do quadro, quando consideradas normalmente distribuídas (Tabelas 6, 7 e 8, e figura 5). Ou seja, a medida que a altura mínima se eleva a partir de 80 cm o nível de rejeição da altura mínima se reduz (curva I – figura 5), enquanto que por outro lado, a rejeição à altura máxima do quadro tende a elevar-se com a altura (curva II – figura 5). O resultado líquido, em termos de altura satisfatória (curva III – figura 5), é uma altura ideal de aproximadamente 150 cm.

5.3 MÉTODO DOS LIMITES

Conforme descrito na metodologia, utilizou-se os dados de estimativa antropométrica para a altura dos olhos para adultos ingleses, já que na avaliação dos dados da população do câmpus são próximas para os ingleses. Para cada critério foi determinado uma faixa de distribuição da altura dos olhos, somando a altura dos sapatos de 25 mm (PHEASANT, 2003), de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9 - Critério e valores de distribuição da altura dos olhos.

CRITÉRIO	DISTRIBUIÇÃO (mm)
45° abaixo	1108 (90)
30° abaixo	1319 (90)
0° (altura olhos)	1608 (90)
5° acima	1652 (90)

As distribuições das porcentagens dos usuários encontram-se nas tabelas 10, 11, 12, 13 e 14.

Tabela 10 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita baixo demais

Altura do trabalho visual (mm)	z	% curva normal	% consideram baixo demais
800	-3,422222222	0,0	100,0
850	-2,866666667	0,0	99,8
900	-2,311111111	0,0	99,0
950	-1,755555556	0,0	96,0
1000	-1,2	0,1	88,5
1050	-0,644444444	0,3	74,0
1100	-0,088888889	0,5	53,5
1150	0,466666667	0,7	32,0
1200	1,022222222	0,8	15,3
1250	1,577777778	0,9	5,7
1300	2,133333333	1,0	1,6
1350	2,688888889	1,0	0,4
1400	3,244444444	1,0	0,1
1450	3,8	1,0	0,0
1500	4,355555556	1,0	0,0
1550	4,911111111	1,0	0,0
1600	5,466666667	1,0	0,0
1650	6,022222222	1,0	0,0
1700	6,577777778	1,0	0,0
1750	7,133333333	1,0	0,0
1800	7,688888889	1,0	0,0
1850	8,244444444	1,0	0,0
1900	8,8	1,0	0,0
1950	9,355555556	1,0	0,0
2000	9,911111111	1,0	0,0
2050	10,466666667	1,0	0,0
2100	11,022222222	1,0	0,0
2150	11,577777778	1,0	0,0
2200	12,133333333	1,0	0,0
2250	12,688888889	1,0	0,0
2300	13,244444444	1,0	0,0
2350	13,8	1,0	0,0
2400	14,355555556	1,0	0,0
2450	14,911111111	1,0	0,0
2500	15,466666667	1,0	0,0

Tabela 11 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita muito baixo

Altura do trabalho visual (mm)	z	% curva normal	% consideram muito baixo
800	-5,76666666	0,0	100,0
850	-5,21111111	0,0	100,0
900	-4,65555555	0,0	100,0
950	-4,1	0,0	100,0
1000	-3,54444444	0,0	100,0
1050	-2,98888888	0,0	99,9
1100	-2,43333333	0,0	99,3
1150	-1,87777777	0,0	97,0
1200	-1,32222222	0,1	90,7
1250	-0,76666666	0,2	77,8
1300	-0,21111111	0,4	58,4
1350	0,34444444	0,6	36,5
1400	0,9	0,8	18,4
1450	1,45555556	0,9	7,3
1500	2,01111111	1,0	2,2
1550	2,56666667	1,0	0,5
1600	3,12222222	1,0	0,1
1650	3,67777778	1,0	0,0
1700	4,23333333	1,0	0,0
1750	4,78888889	1,0	0,0
1800	5,34444444	1,0	0,0
1850	5,9	1,0	0,0
1900	6,45555556	1,0	0,0
1950	7,01111111	1,0	0,0
2000	7,56666667	1,0	0,0
2050	8,12222222	1,0	0,0
2100	8,67777778	1,0	0,0
2150	9,23333333	1,0	0,0
2200	9,78888889	1,0	0,0
2250	10,34444444	1,0	0,0
2300	10,9	1,0	0,0
2350	11,45555556	1,0	0,0
2400	12,01111111	1,0	0,0
2450	12,56666667	1,0	0,0
2500	13,12222222	1,0	0,0

Tabela 12 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita muito alto.

Altura do trabalho visual (mm)	z	% curva normal	% consideram muito alto
800	-8,977777	0,0	0,0
850	-8,422222	0,0	0,0
900	-7,866666	0,0	0,0
950	-7,311111	0,0	0,0
1000	-6,755555	0,0	0,0
1050	-6,2	0,0	0,0
1100	-5,644444	0,0	0,0
1150	-5,088888	0,0	0,0
1200	-4,533333	0,0	0,0
1250	-3,977777	0,0	0,0
1300	-3,422222	0,0	0,0
1350	-2,866666	0,0	0,2
1400	-2,311111	0,0	1,0
1450	-1,755555	0,0	4,0
1500	-1,2	0,1	11,5
1550	-0,644444	0,3	26,0
1600	-0,088888	0,5	46,5
1650	0,46666667	0,7	68,0
1700	1,022222222	0,8	84,7
1750	1,577777778	0,9	94,3
1800	2,133333333	1,0	98,4
1850	2,688888889	1,0	99,6
1900	3,244444444	1,0	99,9
1950	3,8	1,0	100,0
2000	4,355555556	1,0	100,0
2050	4,911111111	1,0	100,0
2100	5,466666667	1,0	100,0
2150	6,022222222	1,0	100,0
2200	6,577777778	1,0	100,0
2250	7,133333333	1,0	100,0
2300	7,688888889	1,0	100,0
2350	8,244444444	1,0	100,0
2400	8,8	1,0	100,0
2450	9,355555556	1,0	100,0
2500	9,911111111	1,0	100,0

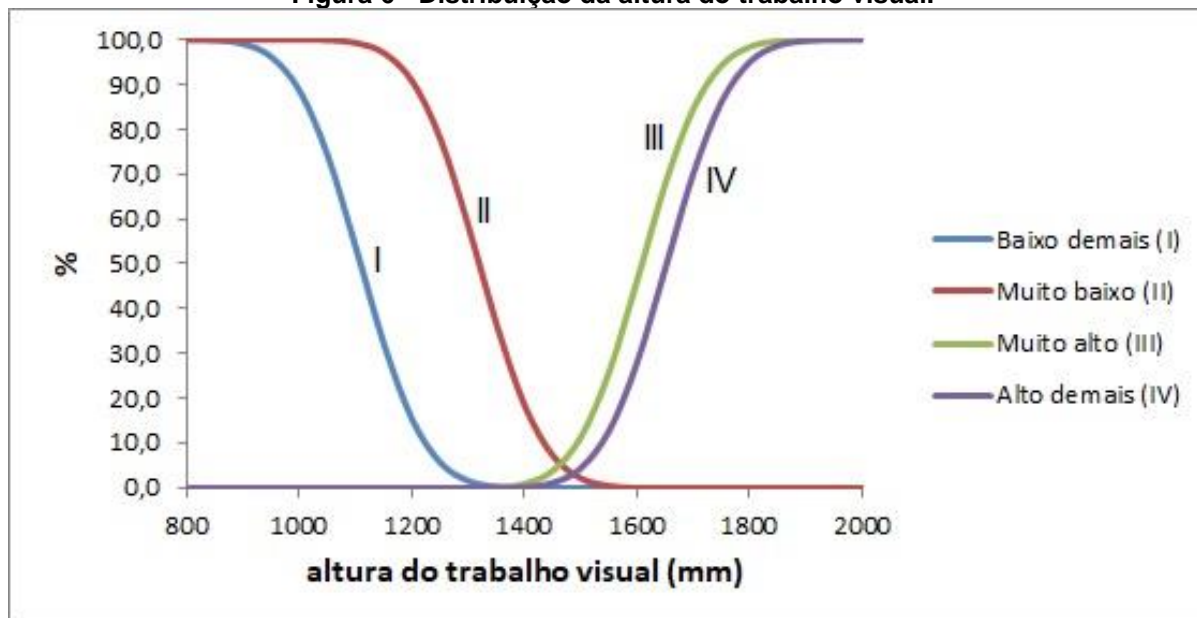
Tabela 13 – Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho visual/escrita alto demais

Altura do trabalho visual (mm)	z	% curva normal	% consideram alto demais
800	-9,46666666	0,0	0,0
850	-8,91111111	0,0	0,0
900	-8,35555555	0,0	0,0
950	-7,8	0,0	0,0
1000	-7,24444444	0,0	0,0
1050	-6,68888888	0,0	0,0
1100	-6,13333333	0,0	0,0
1150	-5,57777777	0,0	0,0
1200	-5,02222222	0,0	0,0
1250	-4,46666666	0,0	0,0
1300	-3,91111111	0,0	0,0
1350	-3,35555555	0,0	0,0
1400	-2,8	0,0	0,3
1450	-2,24444444	0,0	1,2
1500	-1,68888888	0,0	4,6
1550	-1,13333333	0,1	12,9
1600	-0,57777777	0,3	28,2
1650	-0,02222222	0,5	49,1
1700	0,53333333	0,7	70,3
1750	1,08888889	0,9	86,2
1800	1,64444444	0,9	95,0
1850	2,2	1,0	98,6
1900	2,75555556	1,0	99,7
1950	3,31111111	1,0	100,0
2000	3,86666667	1,0	100,0
2050	4,42222222	1,0	100,0
2100	4,97777778	1,0	100,0
2150	5,53333333	1,0	100,0
2200	6,08888889	1,0	100,0
2250	6,64444444	1,0	100,0
2300	7,2	1,0	100,0
2350	7,75555556	1,0	100,0
2400	8,31111111	1,0	100,0
2450	8,86666667	1,0	100,0
2500	9,42222222	1,0	100,0

A Figura 6 ilustra a altura do trabalho visual para as faixas determinadas para a altura do quadro negro. Percebe-se que à medida que a altura do trabalho visual aumenta, a porcentagem de usuários que concordam com o critério baixo

demais diminui (curva I). Na curva IV, mas conforme a altura do trabalho visual diminui, a porcentagem de usuários que concordam com o critério diminui.

Figura 6 - Distribuição da altura do trabalho visual.

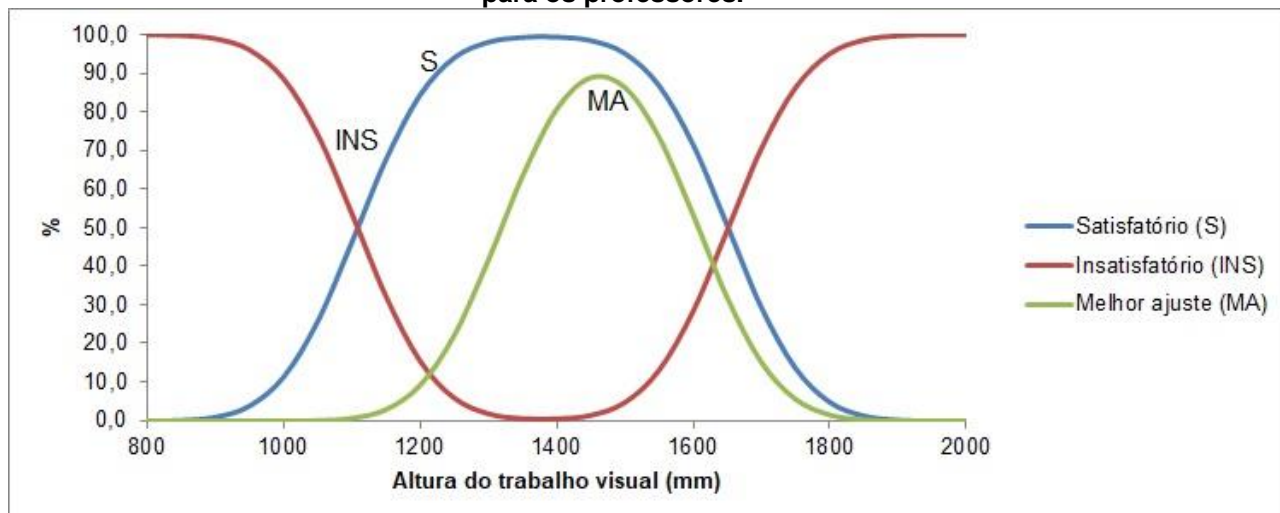


Os resultados das tabelas 11 a 13 podem ser agrupados, conforme tabela 14, nas seguintes categorias: (S) – **satisfatório**, correspondendo ao grau de aceitação, dentro da faixa delimitada pelas regiões de rejeição (baixo ou alto demais) = $[100 - \% \text{ baixo demais} - \% \text{ alto demais}]$; (INS) – **insatisfatório**, correspondendo ao grau de rejeição às faixas baixo demais e alto demais = $[100 - IS]$; (MA) – **Melhor ajuste**, correspondendo à porcentagem de indivíduos que considerariam determinada altura como o melhor compromisso para o trabalho visual = $[100 - \% \text{ muito baixo} - \% \text{ muito alta}]$. Estes resultados podem ser visualizados na figura 7.

Tabela 14 - Distribuição das porcentagens dos usuários que consideram as alturas de trabalho satisfatório, insatisfatório e melhor ajuste.

Altura do trabalho visual (mm)	% Satisfatório (S)	% Insatisfatório (INS)	% melhor ajuste (MA)
800	0,0	100,0	0,0
850	0,2	99,8	0,0
900	1,0	99,0	0,0
950	4,0	96,0	0,0
1000	11,5	88,5	0,0
1050	26,0	74,0	0,1
1100	46,5	53,5	0,7
1150	68,0	32,0	3,0
1200	84,7	15,3	9,3
1250	94,3	5,7	22,2
1300	98,4	1,6	41,6
1350	99,6	0,4	63,3
1400	99,7	0,3	80,6
1450	98,8	1,2	88,8
1500	95,4	4,6	86,3
1550	87,1	12,9	73,5
1600	71,8	28,2	53,5
1650	50,9	49,1	32,0
1700	29,7	70,3	15,3
1750	13,8	86,2	5,7
1800	5,0	95,0	1,6
1850	1,4	98,6	0,4
1900	0,3	99,7	0,1
1950	0,0	100,0	0,0
2000	0,0	100,0	0,0
2050	0,0	100,0	0,0
2100	0,0	100,0	0,0
2150	0,0	100,0	0,0
2200	0,0	100,0	0,0
2250	0,0	100,0	0,0
2300	0,0	100,0	0,0
2350	0,0	100,0	0,0
2400	0,0	100,0	0,0
2450	0,0	100,0	0,0
2500	0,0	100,0	0,0

Figura 7 - Categorias de satisfatório, insatisfatório e melhor ajuste de altura do trabalho visual para os professores.



Analisando-se a figura 7, nota-se que entre as alturas de 1250 e 1500 mm há um nível geral de satisfação em torno de 95%, isso se explica devido a maior tolerância para o campo visual abaixo da linha dos olhos do que acima, sem que haja a adoção de posturas desconfortáveis ou prejudiciais para o professor.

Observa-se nesses resultados, especialmente sob a perspectiva da figura 6, que a altura ideal média para o trabalho visual/escrita é de aproximadamente 145,0 cm, muito próximo dos resultados obtidos a partir da resposta espontânea dos indivíduos da mostra (item 5.2).

O melhor ajuste foi possível observar na altura de 1450 mm, a porcentagem de aceitação dessa altura como melhor ajuste foi de aproximadamente 86%. Através desse método dos limites foi possível expandir a amostragem inicial somente do câmpus, realizada por dados espontâneos, pelo ensaio de adaptação, para uma população maior através de dados não espontâneos, é extremamente importante observar que a altura satisfatória para os dois métodos, ensaio de adaptação e método dos limites foi a mesmo, em 1500 mm.

Alves (2011) em seu Manual de Ambientes Didáticos para Graduação afirma que o quadro negro ou lousa branca pode ser utilizada em várias dimensões, de modo fixo ou móvel, mas não determina a altura em que esse quadro deve ser posicionado em salas de aula. E no Manual de Adequações de Prédios Escolares (2005) a dimensão mínima que deve ser estabelecida para os quadros são de 3 m² e a altura de 0,80 m em relação ao piso, e que o mesmo deve ser centralizado. Mas através dos resultados apresentados acima, percebe-se que a altura dos quadros da

universidade não se ajusta para todos os docentes trabalharem utilizando a área total do quadro negro de maneira ergonômica correta.

Muitas vezes o professor é obrigado a utilizar todo o quadro negro para facilitar o ensino, mas observa-se que nos limites inferior e superior, dependendo da altura do professor, a utilização ocorre com posturas inadequadas, como ilustra-se nas figuras 8 e 9, no qual, exemplifica o quadro negro utilizado por um professor na universidade com altura dos olhos é de 164 cm. Em consonância com os resultados do trabalho, quando esse professor escreve nas partes superior e inferior do quadro (particularmente na parte inferior) adota-se posturas inadequadas e desconfortáveis do pescoço (acima) e do tronco (abaixo), podendo ocasionar doenças musculoesqueléticas.

Figura 8 - Exemplo da utilização do quadro negro por um professor.

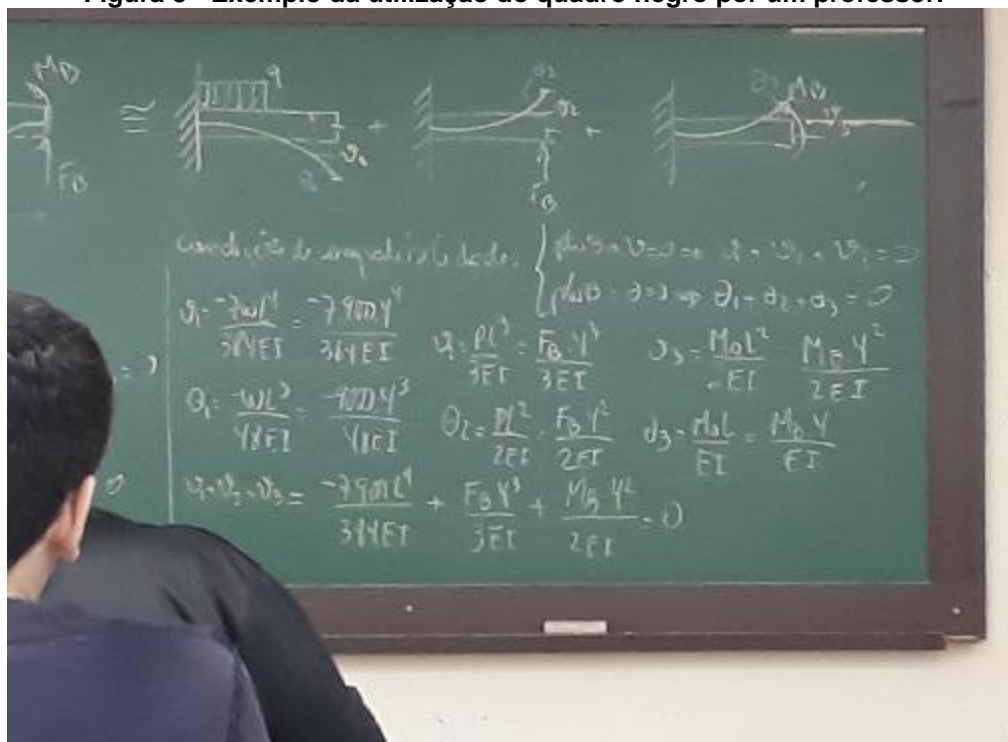
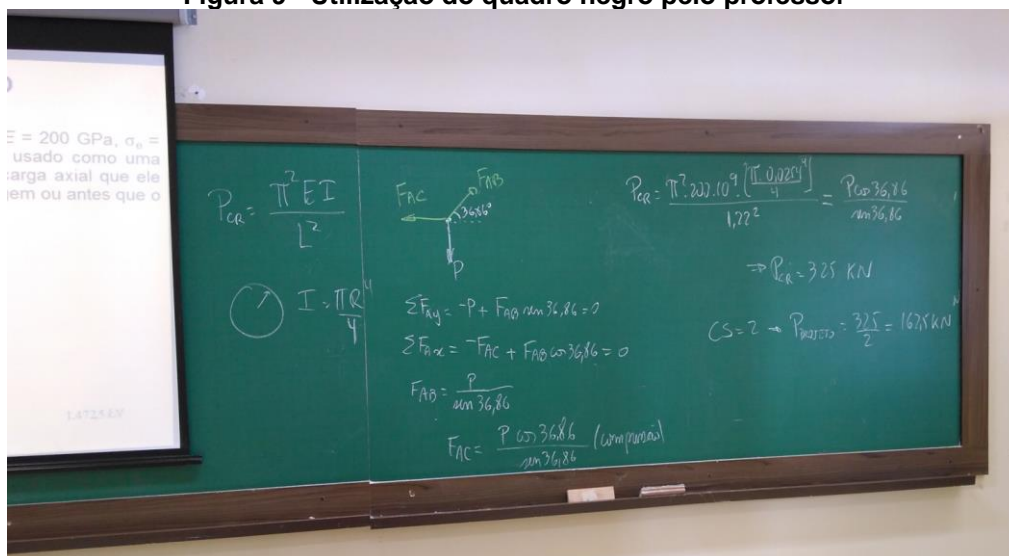


Figura 9 - Utilização do quadro negro pelo professor



Portanto, uma alternativa para que essa ferramenta de trabalho seja mais adequada e ergonomicamente correta poderia ser a utilização de um quadro móvel que se adequa a altura de cada professor (figura 10 e 11).

Figura 10 - Exemplo de quadro negro móvel.



Fonte: AARCO, 2017.

Figura 11 - Exemplo do quadro móvel.



Fonte: AARCO, 2017.

Assim, pode-se prevenir os riscos de doenças físicas causadas por posturas inadequadas nesse ambiente de trabalho e proporcionar um ambiente confortável e seguro para o professor para exercer o seu trabalho, considerando que a utilização desse tipo de quadro o professor somente trabalhará na sua zona de conforto, favorecendo a saúde e prevenindo o risco de doenças musculoesqueléticas.

6 CONCLUSÃO

Como a faixa de utilização ideal para cada professor depende das suas próprias características, recomenda-se que a altura (posição) dos quadros negros possa ser regulada pelo próprio professor durante a escrita no quadro negro.

A capacidade para o trabalho está positivamente relacionada à qualidade e produtividade no trabalho. Para uma produtividade efetiva o ambiente de trabalho necessita estar ergonomicamente correto.

Foi possível notar através dos métodos antropométricos que o alcance dos olhos e a altura dos olhos são fatores extremamente importantes para determinar a melhor altura para o professor utilizar o quadro negro sem causar um desconforto e posturas inadequadas na utilização do quadro negro.

Estes fatores, por um lado, podem afetar a qualidade e a produtividade do trabalho, enquanto que, por outro, pode representar um risco de ocorrência de distúrbios musculoesqueléticos no professor, dependendo da forma como ele se “adapta” às restrições impostas pela posição fixa do quadro negro.

As dimensões e o posicionamento dos quadros negros disponíveis no câmpus Londrina da UTFPR atende a toda população dos professores estudadas, no qual permite que todos os professores possam desenvolver as suas atividades, mas em uma faixa horizontal estreita e limitada, que varia com a altura da pessoa.

O uso mais amplo dos quadros instalados implica na adoção de posturas mais desconfortáveis e eventualmente com riscos à saúde dos professores, como por exemplo, dores musculoesqueléticas.

A altura média ideal para trabalho visual dos professores é de 1.500 mm, pelo ensaio de adaptação (respostas espontâneas).

De acordo com o método dos limites a altura média ideal para trabalho visual dos professores é de 1.450 mm, havendo aproximadamente 95% de satisfação na faixa entre 1.250 mm e 1.500 mm.

Como a faixa de utilização ideal para cada professor depende das suas próprias características, recomenda-se que a altura (posição) dos quadros negros possa ser regulada pelo próprio professor durante a escrita no quadro negro.

Por isso, existe a necessidade de alternativas tecnológicas de modo a favorecer as condições ergonômicas ideais para essa atividade dos professores, o que proporciona um ambiente de trabalho mais adequado sem prejudicar a saúde

dos professores. Então, a recomendação para esse problema seria um quadro móvel, cuja altura é continuamente ajustada pelo professor, evitando adoção de posturas inadequadas.

REFERÊNCIAS

ARCHITECTURAL VISUAL DISPLAY PRODUCTS (AARCO). **Vertical Sliding Units**. Disponível em < <http://www.aarco.com/05.htm>>. Acesso em 15 de jun. 2017.

ALVES, Manoel Rodrigues. **Manual de ambientes didáticos para graduação**. São Carlos: Suprema, 96p, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA (ABERGO). **O que é Ergonomia**. Disponível em <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia> Acesso em 18 de Abril de 2017.

COSTA NETO, P.L.O. **Estatística**. São Paulo: Adgard Blücher, 1977.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**. Belo Horizonte: Editora Ergo, 2007. p.272.

ERICK, P.; SMITH, D. Musculoskeletal disorder risk factors in the teaching profession: a critical review. **OA Musculoskeletal Medicine**. v. 1, n. 3, p. 1–10, 2013.

ERICK, P. N.; SMITH, D. R. The Prevalence and Risk Factors for Musculoskeletal Disorders among School Teachers in Botswana. **Occupational Medicine & Health Affairs**. v. 2, n. 4, 2014.

FERNANDES, Marcos Henrique; ROCHA, Vera Maria; FAGUNDES, Ana Angelica Ribeiro. Impacto da sintomatologia osteomuscular na qualidade de vida de professores. **Revista Brasileira de Epidemiologia**.v.14, p. 276-284, 2011.

GUIMARÃES, Carlos Alberto Araújo; TRAJANO, Cláudia Maria Videres; VITÓRIO, Erinaldo; COSTA, Rodolfo Oliveira; DIAS, Willamy Mamede da Silva. **Manual para adequações de Prédios Escolares**. 5 ed. Brasília: Fundescola, 2005.

IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia: projeto e produção**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2016.

MARTINEZ, Maria Carmen; LATORRE, Maria do Rosário Dias de Oliveira; FISCHER, Frida Marina. Capacidade para o trabalho: revisão de literatura. **Ciência e Saúde Coletiva**. v.15. 2010.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora 17, de 21 de junho de 2007. **Ergonomia**. Disponível em <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>> Acesso em 15 fev. 2017.

NETO, B.B.; SCARMINIO, I.S; BRUNS, R.E. **Como fazer experimentos**. São Paulo: Artmed, 2010.

OSHA. Ergonomics : The Study of Work. **Osha 3125**, v. 2000, 2000.

PHEASANT, Stephen. **Bodyspace: Antropometry, Ergonomics and the Design of Work**. 2. ed. Taylor&Francis, 2003.

PORTAL ACTION: **Probabilidades (6.18.1: Distribuição Normal Mista)**. Disponível em < <http://www.portalaction.com.br/probabilidades/6181-distribuicao-normal-mista>>. Acesso em 11 de jun. 2017.

RAMOS, A. **Fisiologia da visão: um estudo sobre o “ver” e “enxergar”**. Rio de Janeiro: PUC, 2006. Disponível em <http://web.unifoa.edu.br/portal/plano_aula/arquivos/04054/Fisiologia%20da%20visao%20-%20MODULO%20I.pdf>. Acesso em 11 jun. 2017.

RIBEIRO, Isadora de Queiroz Batista. **Fatores ocupacionais associados à dor músculo-esquelética em professores**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Saúde Ambiente e Trabalho da Faculdade de Medicina da Bahia da Universidade Federal da Bahia, 2008.

VEDOVATO, T. G.; MONTEIRO, I. Health Conditions and Factors Related to the Work Ability of Teachers. **Industrial Health**, v. 52, n. 2, p. 121–128, 2014.

ANEXO A - Estimativas antropométrica para Ingleses (Pheasant, 2003).

Figura 12 - Tabela com estimativa antropométrica para adultos Ingleses entre 19 – 65 anos.

Table 2.3 Anthropometric estimates for British adults aged 19–65 years (all dimensions in mm, except for body weight, given in kg).

Dimension	Men				Women			
	5th %ile	50th %ile	95th %ile	SD	5th %ile	50th %ile	95th %ile	SD
1. Stature	1625	1740	1855	70	1505	1610	1710	62
2. Eye height	1515	1630	1745	69	1405	1505	1610	61
3. Shoulder height	1315	1425	1535	66	1215	1310	1405	58
4. Elbow height	1005	1090	1180	52	930	1005	1085	46
5. Hip height	840	920	1000	50	740	810	885	43
6. Knuckle height	690	755	825	41	660	720	780	36
7. Fingertip height	590	655	720	38	560	625	685	38
8. Sitting height	850	910	965	36	795	850	910	35
9. Sitting eye height	735	790	845	35	685	740	795	33
10. Sitting shoulder height	540	595	645	32	505	555	610	31
11. Sitting elbow height	195	245	295	31	185	235	280	29
12. Thigh thickness	135	160	185	15	125	155	180	17
13. Buttock–knee length	540	595	645	31	520	570	620	30
14. Buttock–popliteal length	440	495	550	32	435	480	530	30
15. Knee height	490	545	595	32	455	500	540	27
16. Popliteal height	395	440	490	29	355	400	445	27
17. Shoulder breadth (bideltoid)	420	465	510	28	355	395	435	24
18. Shoulder breadth (biacromial)	365	400	430	20	325	355	385	18
19. Hip breadth	310	360	405	29	310	370	435	38
20. Chest (bust) depth	215	250	285	22	210	250	295	27
21. Abdominal depth	220	270	325	32	205	255	305	30
22. Shoulder–elbow length	330	365	395	20	300	330	360	17
23. Elbow–fingertip length	440	475	510	21	400	430	460	19
24. Upper limb length	720	780	840	36	655	705	760	32
25. Shoulder–grip length	610	665	715	32	555	600	650	29
26. Head length	180	195	205	8	165	180	190	7
27. Head breadth	145	155	165	6	135	145	150	6
28. Hand length	175	190	205	10	160	175	190	9
29. Hand breadth	80	85	95	5	70	75	85	4
30. Foot length	240	265	285	14	215	235	255	12
31. Foot breadth	85	95	110	6	80	90	100	6
32. Span	1655	1790	1925	83	1490	1605	1725	71
33. Elbow span	865	945	1020	47	780	850	920	43
34. Vertical grip reach (standing)	1925	2060	2190	80	1790	1905	2020	71
35. Vertical grip reach (sitting)	1145	1245	1340	60	1060	1150	1235	53
36. Forward grip reach	720	780	835	34	650	705	755	31
<i>Body weight</i>	<i>55</i>	<i>75</i>	<i>94</i>	<i>12</i>	<i>44</i>	<i>63</i>	<i>81</i>	<i>11</i>

Fonte: PHEASANT, 2003.