

# **AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO TRABALHO EM CANTEIRO DE OBRA DE UMA EDIFICAÇÃO VERTICAL NO MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS – PB**

Raphael Henrique Falcão de Melo  
Eduardo Bruno Souza de Oliveira  
Harla Thaiany Alves de Andrade  
Austriclínio da Costa Wanderley Neto

## **RESUMO**

Apresenta resultado de uma pesquisa que teve como objetivo o levantamento das condições ambientais do trabalho em um canteiro de obra de uma edificação vertical do município de Cajazeiras – PB. Para tanto foi desenvolvida uma estação de baixo custo para monitoramento das condições ambientais do trabalho utilizando a plataforma Arduino ® e sensores variados. As aferições das condições ambientais ocorreram entre as 10 e 14 horas. Foi observado que o índice de iluminância, umidade relativa do ar e temperatura efetiva não estavam de acordo com o recomendado por norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS). Foram realizadas recomendações para adequar o ambiente de trabalho as condições psicológicas e física dos trabalhadores de maneira a proporcionar maior conforto e desempenho.

**Palavras-chave:** Condições ambientais do trabalho. Estação de baixo custo. Edificação vertical.

## **1 INTRODUÇÃO**

As condições ambientais do meio ambiente no local de trabalho têm grande influência no desempenho das atividades do trabalhador, bem como no surgimento de doenças ocupacionais e doenças do trabalho (IIDA; GUIMARÃES, 2016). O monitoramento de tais parâmetros é mister para elaboração de um programa de intervenção empresarial, de maneira que o trabalhador tenha sua incolumidade psicossocial garantida. Segundo Nobrega (2016) os principais riscos ambientais que devem ser avaliados são: a temperatura do ambiente do trabalho, umidade, velocidade do ar, índice de luminosidade e níveis de poeira dispersas no ar. Todos estes riscos ambientais podem potencializar a sensação de mal-estar no posto de

trabalho resultando em perda da produtividade e gerando degradação das condições psicológicas do trabalhador (DUL; WEERDMEESTER, 2012).

Mediante esta problemática, este trabalho tem por objetivo avaliar de maneira quantitativa as condições ambientais do trabalho em uma construtora do município de Cajazeiras – PB, entretanto, devido à ausência de equipamentos de medição comerciais para levantamento dos parâmetros ambientais do trabalho no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – *Campus* Cajazeiras, foi desenvolvida uma estação de baixo custo para monitoramento dos parâmetros ambientais do trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos últimos anos a construção civil brasileira vive o seu milagre econômico, com grandes obras voltadas para a Copa do Mundo e Olimpíadas, além de obras estruturantes do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e do programa habitacional “Minha Casa Minha Vida”, ambos do governo federal (BARROS, 2014). No entanto, em contraste com a grande quantidade de capital investido no setor da construção civil ainda existem grandes problemas no tocante as más condições do trabalho; apesar também, Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), atual Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS), possuir desde 1978 Normas Regulamentadoras<sup>1</sup> e específicas para este segmento econômico, entre elas: NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, NR 15 – Atividades e Operações Insalubres, NR 17 – Ergonomia (1978). NR 18 – Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção. Essas normas estão em vigor desde 1978. Vale ressaltar, ainda, que essas normas são complementares entre si, de maneira que o atendimento a uma única NR não seja suficiente para garantir a integridade física e psicológica do trabalhador.

Este trabalho procura destacar a importância das condições ambientais do trabalho na qualidade de vida do trabalhador, especificamente àquelas previstas no item 17.5 da NR 17 que trata das condições ambientais de trabalho (BRASIL, 1978c). Tendo em vista, que a

---

<sup>1</sup> BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora 9 (NR 9)**: programa de prevenção de riscos ambientais, Brasília, DF, 1978a.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora 15 (NR 15)**: atividades e operações insalubres, Brasília, DF, 1978b.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora 17 (NR 17)**: ergonomia, Brasília, DF, 1978c.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora 18 (NR 18)**: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, Brasília, DF, 1978d.

construção civil é caracterizada por atividades árduas, trabalhadores com baixo nível de escolaridade, baixa remuneração, pouco ou nenhum treinamento e jornadas de trabalho prolongadas expondo esta parcela de trabalhadores a condições de trabalho indignas (MEDEIROS, 2013), cabe ao ergonomista o planejamento de tarefas, postos de trabalho e ambientes de maneira a torná-los compatíveis com as necessidades dos trabalhadores.

Desta forma, percebe-se a importância do levantamento das condições ambientais do trabalho na construção civil, de maneira a quantificar a exposição dos trabalhadores deste setor a riscos físicos, químicos e qualitativamente a outros riscos devido à ausência de ergonomia, procurando propor soluções técnicas adequadas a minimização da precariedade das condições de trabalho nos canteiros de obra.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi desenvolvida uma estação de baixo custo para monitoramento dos parâmetros ambientais do trabalho com os materiais do quadro 1. A programação da estação foi realizada utilizando uma linguagem baseada em *wiring* e C++.

Item	Referência	Função
Microcontrolador	Arduíno Mega ®	Monitorar os sensores e emitir relatório de medidas
RTC	DS 3231	Emitir registros de hora e data, a fim de registrar o horário e época do ano da aferição
Sensor de Temperatura e Umidade	DHT - 22	Monitorar a temperatura de bulbo seco e umidade
Sensor de Temperatura Encapsulado	Termopar tipo K	Monitorar a temperatura de bulbo úmido
Sensor de Velocidade do Ar	Rev P	Monitorar a velocidade do ar
Sensor de Luminosidade	TSL - 2561	Monitorar o índice de iluminância
Sensor de altitude e pressão	BMP 180	Monitorar a pressão atmosférica local
Sensor de Poeira	GP2Y	Monitorar a quantidade de partículas de poeira em suspensão

Quadro 1 – Materiais empregados na construção da estação de baixo custo para monitoramento dos parâmetros ambientais do trabalho. Fonte: autores do projeto

As aferições das condições ambientais do trabalho foram realizadas nos dias 23 e 30 de novembro de 2016, no horário das 10 às 14 horas, no interior de uma edificação vertical com 13 pavimentos, no município de Cajazeiras - PB, conforme as normas regulamentadoras do MTE citadas anteriormente. Além disso, as boas práticas previstas nas normas de higiene ocupacional da FUNDACENTRO<sup>2</sup>, bem como a NBR 8995-1/2013<sup>3</sup>.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No quadro 2 são apresentados os custos para realizar a montagem da estação de baixo custo de monitoramento dos parâmetros ambientais do trabalho. É possível afirmar que o valor total para montagem da estação é de 6,93% do valor para aquisição de equipamentos comerciais no principal fornecedor nacional que realizariam as mesmas aferições, portanto a estação caracteriza-se, de fato, por ser um equipamento de baixo custo e acessível, podendo ainda ser instalado de maneira remota nas empresas da região a fim de auxiliar os auditores fiscais do trabalho na comprovação e contraprova das medidas aferidas por técnicos e engenheiros quando da elaboração de programas de prevenção de riscos ambientais, laudos técnicos das condições ambientais do trabalho, laudos ergonômicos e programas das condições de meio ambiente do trabalho, prezando pelo direito do trabalhador que em função da detecção do risco, este deve ser diminuído pelo empregador sem ônus para o empregado como prevê o decreto – lei Nº 5.452/43<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Informações retiradas do site <<http://www.fundacentro.gov.br/>>

<sup>3</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8995-1/2013: Iluminação de ambientes de trabalho.

<sup>4</sup> BRASIL, **Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943**. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Rio de Janeiro: Governo Federal, 1943.

Estação de Monitoramento Desenvolvida		Custo de Equipamentos Comerciais	
Item	Custo	Item	Custo
Microcontrolador	R\$ 79,90	-	R\$ -
RTC	R\$ 19,90	-	R\$ -
Sensor de Temperatura e Umidade	R\$ 22,90	Termo-higrômetro	R\$ 1.155,73
Sensor de Temperatura Encapsulado	R\$ 22,90	Medidor de Stress Térmico	R\$ 2.530,00
Sensor de Velocidade do Ar	R\$ 280,00	Anemômetro digital	R\$ 300,71
Sensor de Luminosidade	R\$ 42,90	Luxímetro digital	R\$ 1.075,57
Sensor de altitude e pressão	R\$ 29,90	Micromanômetro diferencial	R\$ 1.258,13
Sensor de Poeira	R\$ 59,90	Bomba de amostragem de poeiras	R\$ 2.315,88
Caixa de Suporte	R\$ 40,00	-	R\$ -
Total	R\$ 598,30	Total	R\$ 8.636,02

Quadro 2 – Custo em Reais (R\$) para montagem da estação de baixo custo de monitoramento dos parâmetros ambientais do trabalho. Fonte: INSTRUTHERM<sup>5</sup> – Segurança e Medicina do Trabalho.

A partir da inspeção no local de trabalho foi possível montar os Quadros 3 e 4, onde são apresentadas as descrições físicas do setor pesquisado e as principais atividades prescritas e o que foi observado durante a inspeção do trabalho. O setor pesquisado foi o 5º pavimento da edificação vertical em estudo na etapa de reboco das paredes, verificou-se que toda a ventilação proporcionada aos trabalhadores é proveniente das aberturas das janelas, que ainda não tiveram forras e portinholas instaladas, indicando que nas próximas etapas da construção a ventilação será obstruída e, conseqüentemente, reduzida. O mesmo vale para a iluminação geral, que é completamente natural, mas poderá contar com iluminação artificial à medida que a obra for evoluindo e lâmpadas sejam instaladas.

Não existe registro de atividade prescrita, ou seja, não há descrição das atividades que os funcionários devem desempenhar no ato da contratação, abrindo margem para o desvio de função e exploração da mão de obra para fim que não tenha recebido treinamento. Além disso, durante as atividades é perceptível a natureza árdua do trabalho, com o levantamento de cargas elevadas, trabalho acima da linha dos ombros e na posição de cócoras em ciclos

<sup>5</sup> INSTRUTHERM – Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em: <[http://www.instrutherm.com.br/instrutherm/Default1.asp?template\\_id=60&old\\_template\\_id=60&partner\\_id=&tu=b2c&](http://www.instrutherm.com.br/instrutherm/Default1.asp?template_id=60&old_template_id=60&partner_id=&tu=b2c&)>. Acesso em: 28 dez. 2016.

inferiores a 1 minuto, que podem resultar em doenças osteoarticulares relacionadas ao trabalho (DORT) e lesão por esforços repetitivos (LER) (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

<b>Itens</b>	<b>Comentários</b>
Pé direito (m)	3,0
Paredes	Alvenaria em tijolos aparentes.
Teto	Em concreto, em bom estado de conservação.
Piso	Em concreto, em bom estado de conservação.
Ventilação	Ventilação geral diluidora.
Iluminação	A iluminação é totalmente natural.

Quadro 3 – Descrição física do setor pesquisado. Fonte: autores do projeto

<b>Função</b>	<b>Atividade prescrita</b>	<b>Mobiliário de apoio</b>	<b>Equipamentos de auxílio</b>
<b>Pedreiro e Auxiliar de Pedreiro</b>	Não há registro de atividade prescrita.	Caixa de massa.	Colher de pedreiro, régua, pá e balde.
Observações:	<p>POSTURAS: As atividades desenvolvidas neste posto de trabalho são predominantemente realizadas na postura EM PÉ.</p> <p>A atividade requer que o auxiliar de pedreiro prepare e transporte a massa para reboco. Já o pedreiro aplica a massa com a colher de pedreiro e em seguida realiza o esquadrejamento da parede com massa utilizando a régua, realizando trabalho acima da linha dos ombros e na posição de cócoras.</p>		

Quadro 4 – Descrição das principais atividades prescritas pela empresa, mobiliários e equipamentos do setor pesquisado. Fonte: autores do projeto

Foram realizadas avaliações da temperatura de bulbo seco e úmido, velocidade do ar, medidas de umidade relativa, índice de luminosidade, quantidade de particulados de poeira no ar, altitude e pressão atmosférica local. Os valores aferidos com a estação de levantamento das condições ambientais do trabalho de baixo custo são apresentados na Tabela 1. Os valores contidos na tabela são a média dos valores aferidos por uma hora em um posto de trabalho do referido setor, entre as 10 e 14 horas.

Tabela 1 – Condições ambientais do trabalho no 5º pavimento da obra.

Setor	T <sub>bh</sub> (°C)	T <sub>bs</sub> (°C)	UR (%)	V <sub>ar</sub> (m/s)	P <sub>amb</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	P <sub>atm</sub> (Pa)	H (m)	IL (Lux)
Obra – 5º pavimento	31,90	27,45	36,60	0,28	0,929	98045	276,56	52

A umidade relativa (UR) aferida está dentro da faixa recomendada na literatura técnica (DUL; WEERDMEESTER, 2012, IIDA; GUIMARÃES, 2016), onde o mínimo recomendado é de 30% e o máximo é de 70%. No entanto, os índices de umidade relativa aferidos ferem o item 17. 5. 2 da NR 17, que estabelece os níveis de umidade relativa superiores a 40% (BRASIL, 1978c). A umidade relativa abaixo do recomendado pode resultar em desidratação precoce, cefaleia e aumento da pressão arterial (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

A velocidade do ar (V<sub>ar</sub>) aferida em todos os ambientes está adequada ao recomendado pela legislação, item 17. 5. 2 da NR 17, que estabelece como limite máximo uma velocidade do ar inferior a 0,75 m/s (BRASIL, 1978c). Como o ar parado não produz melhora no conforto térmico ambiental, a velocidade do ar deve variar entre 0,10 a 0,75 m/s, de maneira a obter uma temperatura efetiva adequada (MACINTYRE, 2008).

A pressão aferida (P<sub>atm</sub>) é a atmosférica, bem como a altitude (H) corresponde ao município de Cajazeiras – PB, com erro padrão de 6,4% em relação ao informado pela Prefeitura Municipal.

O índice de iluminância (IL) é estabelecido de acordo com a atividade, estabelecido de acordo com o item 17. 5. 3. 3 da NR 17 e previsto pela NBR 8995-1/2013. Pode-se afirmar que o índice de iluminância observado é inadequado, pois tarefas com requisitos visuais limitados requerem no mínimo 200 Lux de iluminância (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, BRASIL, 1978c ). A partir dos dados de temperatura de bulbo úmido (T<sub>bh</sub>), temperatura de bulbo seco (T<sub>bs</sub>) e a velocidade do ar (V<sub>ar</sub>) é possível determinar a temperatura efetiva (TE), lançando mão do nomograma da Figura 1. A Tabela 2 indica a TE no recinto, que está bastante além do recomendado por norma e pela literatura técnica especializada, que indica valores entre 20 e 23°C para temperatura efetiva (DUL; WEERDMEESTER, 2012, IIDA; GUIMARÃES, 2016). Além disso, levando em consideração apenas a velocidade do ar e a temperatura do ar local (Figura 2), a sensação do local é desagradável.

Tabela 2 – Temperatura efetiva (TE) para o 5º pavimento da edificação.

Setor	TE (°C)
Obra – 5º pavimento	29,10

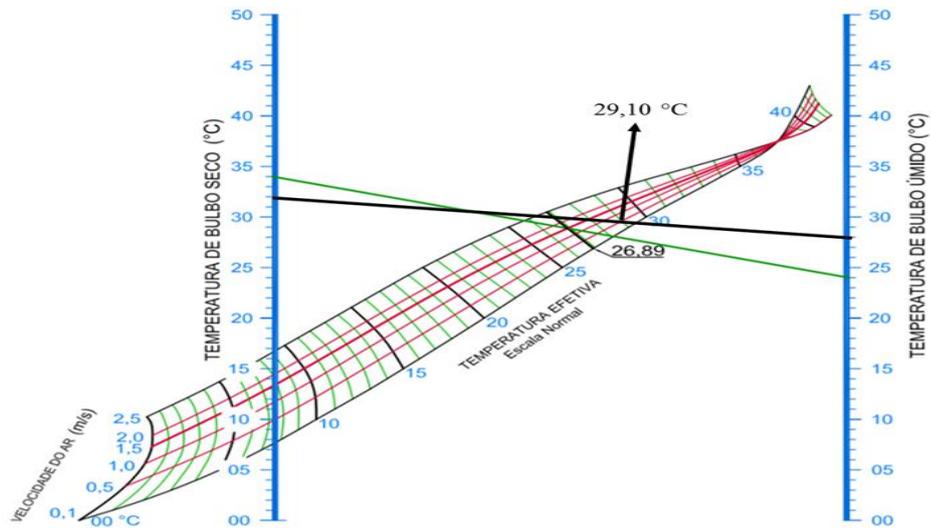


Figura 1 – Nomograma para determinação da temperatura efetiva (TE) em função da temperatura de bulbo seco, bulbo úmido e velocidade do ar. Fonte: adaptado de ELEFANT<sup>6</sup>, sem data.

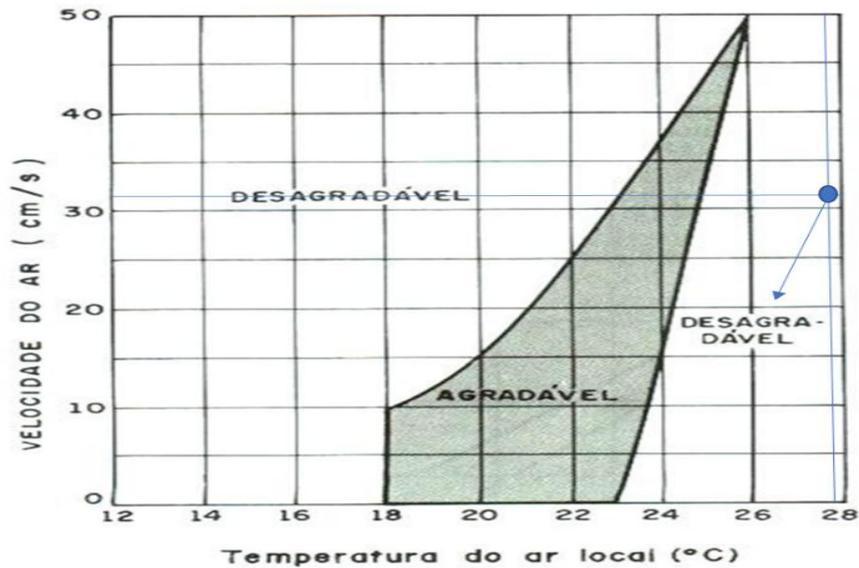


Figura 2 – Região de conforto em função da temperatura local e velocidade do ar. Fonte: adaptado de MACYNTIRE<sup>7</sup>, 2008.

<sup>6</sup> ELEFANT. Disponível em: < <http://www.elefant.com.br/pdf/abaco.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

O Quadro 5 sintetiza as principais não-conformidades ergonômicas observadas no canteiro de obra, do 5º pavimento.

<b>RISCOS ERGONÔMICOS</b>	
<b>ITENS DA NR-17</b>	<b>PROBLEMAS IDENTIFICADOS</b>
Levantamento, transporte e descarga de materiais.	Há o transporte de cargas com o auxílio de carrinho com rodízios. Ainda há transporte de carga em baldes.
Mobiliário	A caixa de massa não é de altura ajustável, podendo ser concebida caixa no modelo pantógrafo, onde a medida que a caixa fosse se esvaziando a altura desta deveria aumentar.
Equipamentos	Os equipamentos e ferramentais são todos manuais. A pega em pás e colher de pedreiro devem ser ergonômicas, devendo ser de cabo cônico que se adeque aos diferentes biótipos dos funcionários.
Condições ambientais	A temperatura efetiva está muito além do recomendado por norma. O índice de iluminância está inadequado, a quantidade de partículas suspensas no ar está acima do recomendado.
Organização do trabalho	Não se aplica.

Quadro 5 – Identificação dos principais riscos de natureza ergonômica encontrados no setor.

Em função das observações acima recomenda-se instalar lâmpadas de socorro ou equivalente que adequem o índice de iluminância as atividades desenvolvidas no setor, bem como realizar a ventilação mecânica do setor por meio de insuflação e exaustão visando diminuir a temperatura global do recinto, não antes de instalar umidificadores industriais portáteis no setor a fim de adequar adensar as partículas de poeira e diminuir a quantidade de partículas suspensas no ar.

<sup>7</sup> MACINTYRE, A. **Ventilação industrial e controle da poluição**. 2. ed. Rio de Janeiro: Saraiva, 2008, 403p.

## 5 CONCLUSÕES

Depois de realizados os levantamentos iniciais, obtidas as informações por meio dos equipamentos e das inspeções visuais, apoiados na literatura técnica que envolve o assunto, pode-se concluir que:

### **Quanto aos aspectos de levantamento, transporte e descargas de materiais:**

Neste item merece destaque o treinamento dos funcionários para este fim. O levantamento e transporte de cargas ocorre por meio de carrinho com rodízios. Devendo ser abolido o transporte em baldes e latas.

### **Quanto aos mobiliários:**

É necessário o desenvolvimento/projeto de caixa de massa modelo pantógrafo que evite a inclinação/arqueamento da coluna do funcionário a fim de evitar LER e DORT.

### **Quanto aos equipamentos utilizados pelos funcionários:**

Deve-se comprar equipamentos ergonômicos para diminuir a ocorrência de dores nos membros superiores.

### **Quanto às condições ambientais:**

Neste item o destaque é dado aos níveis de temperatura efetiva elevada e acima do recomendado por norma, bem como a inadequação do nível de iluminância, devendo-se realizar a adequação da disposição e potência das lâmpadas, juntamente com a iluminação geral natural. O índice de poeiras está acima do recomendado, devendo-se tomar providências para sanar esta situação.

### **Quanto à organização do trabalho:**

Os ciclos de trabalho são inferiores a 1 minuto, devendo enriquecer as atividades dos funcionários. Além disso, deve-se dispor de água para os funcionários de maneira que estes não desidratem facilmente, evitando a cefaleia em função da desidratação.

## EVALUATION OF WORK ENVIRONMENT IN A CONSTRUCTION SITE OF A BUILDING AT THE CITY OF CAJAZEIRAS – PB

### ABSTRACT

It presents the result of a research that had as objective the survey of the environmental conditions of the work in a construction site of a building at the city of Cajazeiras – PB. For this purpose a low cost station was developed to monitor the environmental conditions of the work using the Arduino ® platform and various sensors. Measurements of environmental conditions occurred between 10:00 o'clock and 14:00 o'clock. It was observed that the index of illuminance, relative humidity of the air and effective temperature were not in agreement with the one recommended by regulation norm of the Ministry of Labor and Social Security of Brazilian Government. Recommendations were made to adapt the working environment to the psychological and physical conditions of the workers in order to provide greater comfort and performance.

**Keywords:** Environmental conditions of the work. Low cost station. Building.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995-1**: iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1. Rio de Janeiro, 2013.

BARROS, C. J. As condições de trabalho na construção civil. **Repórter Brasil**, Sumaré, volume especial, 2014. 7p.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora 9 (NR 9)**: programa de prevenção de riscos ambientais, Brasília, DF, 1978a.

\_\_\_\_\_. **Norma regulamentadora 15 (NR 15)**: atividades e operações insalubres, Brasília, DF, 1978b.

\_\_\_\_\_. **Norma regulamentadora 17 (NR 17)**: ergonomia, Brasília, DF, 1978c.

\_\_\_\_\_. **Norma regulamentadora 18 (NR 18):** condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, Brasília, DF, 1978d.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática.** 3. ed. São Paulo: Blücher, 2012.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia:** projeto e produção. 3. ed. São Paulo: Blücher, 2016.

MACINTYRE, A. **Ventilação industrial e controle da poluição.** 2. ed. Rio de Janeiro: Saraiva, 2008. 403p.

MEDEIROS, D. M. **A importância da ergonomia na construção civil:** uma revisão. Goiânia: Faculdade Cruzeiro do Sul, 2013. 25p.

NOBREGA, J. A. **Avaliação dos riscos e das condições de operação segura em máquinas e equipamentos de uma fábrica de calçados instaladas em Campina Grande – PB.** 2016. 63p. TCC (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho da Faculdade Anglo Americano, Campina Grande, PB, 2016.