

Condições Ergonómicas dos Postos de Trabalho de Inspecção na Indústria Cerâmica

M. P. Sousa, S. V. Leitão, R. M. Pinto,
P. J. Sequeira Gonçalves, N. O. Fernandes, A. M. Fernandes

Departamento de Engenharia Industrial,
Escola Superior de Tecnologia, Instituto Politécnico de Castelo Branco,
Av. do Empresário, 6000-767 Castelo Branco, Portugal.
Tel. +351 272 339 300, Fax: +351 272 339 399, e-mail: amfernandes@est.ipcb.pt

RESUMO

As condições ergonómicas dos Postos de Trabalho têm vindo a assumir preocupação crescente nas organizações industriais e o caso particular da indústria cerâmica não foge à regra.

O trabalho que pretendemos apresentar nesta comunicação foi desenvolvido em ambiente industrial, nos subsectores Cerâmica Estrutural e Cerâmica de Pavimentos e Revestimentos, e consiste na caracterização da Postura e Trabalho Muscular e Ambiente Físico dos postos de trabalho de inspecção.

Nas empresas visitadas, constatou-se a existência de postos de trabalho com riscos profissionais no que diz respeito à fadiga do trabalhador, devido fundamentalmente à permanência de pé, existência de tarefas repetitivas, transporte manual de cargas e ritmo de trabalho imposto ao trabalhador. Relativamente ao ruído foi medido o nível sonoro equivalente contínuo, em diferentes horários, nos dois subsectores. Foram medidos os níveis de iluminação e comparados com os recomendados pela norma DIN 5035. Em ambos os subsectores estudados, constatou-se que os postos de trabalho não apresentam situações de stress térmico.

A caracterização dos postos de trabalho possibilitou propor medidas de melhoria no sentido da optimização das condições de trabalho dos operários. Estas medidas prendem-se fundamentalmente com os aspectos ergonómicos do assento, ruído, iluminação e ambiente térmico e medidas administrativas.

Palavras-Chave: Indústria Cerâmica; Ergonomia; Ambiente Físico de Trabalho.

1. INTRODUÇÃO

O sector cerâmico é um dos mais antigos sectores de actividade industrial no país e no mundo, sentindo presentemente, à semelhança de outros, a necessidade de se tornar competitivo. Neste âmbito o controlo de qualidade desempenha um papel fundamental.

O controlo de qualidade no sector cerâmico, é tradicionalmente efectuado por inspecção visual humana. Contudo, este processo apresenta alguns inconvenientes: custo suplementar de mão de obra e possibilidade de defeitos não detectados como consequência da diminuição das capacidades de percepção, vigilância e destreza do operador, que resultam das condições de trabalho monótonas e fatigantes, agravadas muitas vezes pelas condições desfavoráveis de postura, ruído, iluminação e ambiente térmico.

O trabalho apresentado nesta comunicação refere-se ao estudo do subsector mais representativo da indústria cerâmica da Beira Interior; o subsector da cerâmica estrutural. O estudo foi ainda alargado ao subsector da cerâmica de pavimentos e revestimentos, menos representativo na Beira Interior, mas de elevada representatividade ao nível Nacional.

São particularmente estudados os postos de trabalho de inspecção, com vista à melhoria das condições de trabalho e consequentemente da produtividade. O estudo centra-se nas condições de postura e trabalho muscular e ambiente físico: iluminação, ruído e ambiente térmico.

2. CARACTERIZAÇÃO DA POSTURA E TRABALHO MUSCULAR DOS POSTOS DE TRABALHO

A Postura é a organização dos segmentos corporais no espaço. Do ponto de vista fisiológico a postura traduz-se pela imobilização das partes do esqueleto em posições determinadas, solidárias umas com as outras, sob efeito de uma actividade muscular que pode ser estática ou dinâmica [1].

Durante a jornada de trabalho, o trabalhador é obrigado a adoptar posturas diversas. Muitas vezes são mantidas posturas durante longos períodos de tempo, obrigando a utilização prolongada dos mesmos grupos musculares. A manutenção prolongada da mesma postura ou frequentes mudanças provocam trabalho muscular que pode constituir fadiga física. Posturas curvadas mantidas durante muito tempo ou repetitivas podem causar problemas ao nível da coluna vertebral. Os gestos repetidos podem desencadear dores nas articulações, podendo conduzir a perturbações músculo-esqueléticas.

O estudo e a análise das posturas são importantes porque estas [1]:

- exprimem as relações do homem com a situação de trabalho;
- estão relacionadas com o tratamento das informações;
- podem constituir um indicador observável da actividade mental;
- constituem um factor de carga física do trabalho;
- podem ter efeitos prejudiciais para o trabalhador.

A postura do trabalhador pode ser condicionada por diversos aspectos [1]:

- **Exigências visuais** – a precisão dos pormenores determinará a distância do olho à tarefa; O espaço a controlar determinará os movimentos da cabeça.
- **Exigências de percepção gestual** – movimentos precisos desencadeiam a imobilização dos segmentos corporais que não participam no movimento;
- **Exigências de força** – peso de ferramentas, resistência de comandos movimentação de cargas, etc. O nível e a direcção das forças a exercer determinam a organização dos segmentos corporais para opor uma força resultante e manter o equilíbrio postural.
- **Exigência espaciais** – relacionadas com orientação, dimensão dos planos de trabalho, disposição de equipamentos, materiais, etc.
- **Exigências temporais** – trabalho nocturno, trabalho por turnos, horários, ritmos de trabalho, etc.

A análise e avaliação da postura e trabalho muscular dos postos de trabalho, pode ser feita segundo várias abordagens. Os relatórios de acidentes de trabalho, de incidentes e de visitas médicas aos locais de trabalho conjugados com informações provenientes das chefias, diálogo com os trabalhadores e observação pessoal, constituem vias de uma correcta identificação de situações que é necessário corrigir. Porém, queixas dos trabalhadores, pedido de transferência para postos de trabalho mais “fáceis” (mesmo com prejuízo de remuneração), taxa de absentismo elevada relativamente a outros postos de trabalho, falta de disponibilidade de mão-de-obra para determinadas tarefas relativamente a outras, podem também constituir dados de elevada importância a este processo de identificação.

A metodologia seguida na caracterização dos postos de trabalho e na proposta de medidas de melhoria consistiu, fundamentalmente, na observação directa dos postos de trabalho e em conversas com chefias e trabalhadores. No caso particular do subsector Cerâmica Estrutural foi efectuado um diagnóstico aos sintomas de desconforto nos operadores dos postos de trabalho de inspecção.

2.1. SUBSECTOR CERÂMICA ESTRUTURAL

2.1.1. LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE POSTURA E TRABALHO MUSCULAR

Nas visitas a empresas deste subsector, verificou-se a existência de dois postos principais de inspecção: Inspecção após o corte e inspecção após a saída da estufa.

No posto de trabalho de inspecção após o corte, o trabalho do operador consiste essencialmente em verificar a existência de tijolos “verdes” com defeitos. Nestes casos, através de uma acção de comando, ou manualmente, o operador retira-os da linha, sendo posteriormente readmitidos no processo de fabrico na fase de laminagem. O operador permanece sempre de pé e é responsável por outras tarefas junto de máquinas localizadas próximo deste posto de trabalho.

No Posto de trabalho de inspecção após a saída da estufa, figura 1, o trabalho do operador consiste em classificar o produto acabado como sendo de 1ª categoria, 2ª categoria ou sucata. Geralmente, retira o produto de um tapete rolante e coloca-o em paletes que posteriormente são admitidas no forno. O operador permanece sempre de pé.



Figura 1 – Posto de Trabalho de Inspeção – Subsector Cerâmica Estrutural.

Em ambos os postos de trabalho verificam-se riscos profissionais no que diz respeito à fadiga, devido fundamentalmente à permanência de pé, existência de tarefas repetitivas, movimentação manual de cargas e ritmo de trabalho imposto ao trabalhador, que depende da velocidade do tapete rolante. A movimentação manual de cargas está associada a riscos profissionais, devido tanto ao peso destas e às posturas incorrectas assumidas pelos trabalhadores, obrigando a elevada intensidade de activação muscular. Esta situação pode ainda ser agravada por condições ambientais desfavoráveis (calor ou frio, ruído, iluminação). Este padrão de actividade promove a fadiga dos músculos e articulações das regiões anatómicas como o pescoço, os ombros, punhos e mãos, região lombar/dorsal e membros inferiores, representando um elevado risco de lesões relacionadas e agravadas com o trabalho.

Os elevados níveis de desconforto podem ser determinantes nos níveis de desempenho dos operadores, que deixam de corresponder ao seu potencial em condições normais de actividade. O desconforto / incomodidade pode “distrair” os operadores da sua actividade, conduzindo à redução na velocidade de execução das operações. Por outro lado, pode levar à redução de auto-estima e a uma menor participação e adesão aos planos da empresa. Por último, e em casos extremos, podem verificar-se doenças profissionais ou lesões relacionadas e agravadas com o trabalho, com consequências diversas como o caso do absentismo. Para avaliar o desconforto dos trabalhadores, foi efectuado um diagnóstico aos sintomas de desconforto/incomodidade/dor.

2.1.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

Os resultados revelaram elevada severidade de sintomas em todas as regiões anatómicas. A região cervical, dorsal, lombar e ambos os punhos e mãos mostraram ser regiões anatómicas com grande intensidade de desconforto (intensidade máxima, “muito doloroso”). A ocorrência de desconforto nos membros inferiores foi apontada por todos os operadores e a intensidade média do desconforto situou-se próximo do valor máximo. Relativamente aos órgãos sensoriais, olhos e ouvidos, verifica-se que todos os inquiridos revelam sintomas de desconforto com nível médio de intensidade.

A melhoria das condições de trabalho, com conseqüente aumento do desempenho dos trabalhadores, poderá ser conseguida evitando ou minimizando o transporte manual de cargas, através da mecanização das actividades de trabalho. Desta forma evitam-se posturas incorrectas. No que se refere à inspeção de defeitos poderá ser usado um equipamento de inspeção automática. Outra alternativa é a implementação da rotatividade dos operadores por outros postos de trabalho.

2.2. SUB-SECTOR CERÂMICA PAVIMENTOS E REVESTIMENTOS

2.2.1. LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE POSTURA E TRABALHO MUSCULAR

Nos postos de inspeção deste subsector, figura 2, o operador permanece normalmente sentado, requerendo elevados níveis de atenção e percepção visual. Normalmente existe uma peça ou modelo que serve de referência. O trabalho do operador consiste fundamentalmente em comparar a peça que lhe surge em movimento num tapete rolante e decidir a sua aceitação ou não. Existem casos em que o operador classifica ainda o produto acabado de acordo com uma escala previamente estabelecida, 1ª, 2ª, 3ª qualidade ou sucata. O ritmo de trabalho é imposto ao trabalhador e depende da velocidade do tapete. Em postos de trabalho mais automatizados, o operador usa apenas um marcador para classificar as peças. Um sistema automático é posteriormente responsável por fazer a separação de acordo com as categorias assinaladas.



Figura 2 – Posto de Trabalho de Inspeção – Subsector Pavimentos e Revestimentos.

Nas empresas visitadas, o operador está habitualmente numa posição sentado de pé. Contudo, os postos de trabalho nem sempre são concebidos a pensar nesta posição e o assento é muitas vezes inadequado, existindo situações em que o operador se encontra sentado em bancos de madeira sem apoio lombar. Noutros casos, apesar de apoio lombar, a inexistência de regulação em altura e/ou poisa pés, contribuem para uma postura incorrecta do corpo.

A reduzida variedade de movimentos dos operadores obriga que regiões anatómicas como o pescoço, os ombros, os punhos e a região lombar/dorsal, permaneçam contraídas e com níveis de activação muscular relativamente reduzidos durante períodos consecutivos. Esta situação pode promover fadiga nos músculos e articulações e consequentemente pode representar factor de risco para a ocorrência de lesões. Por outro lado, a inexistência de cadeiras ergonómicas no respeitante à comodidade (forma do assento e do apoio lombar), de regulação em altura e de apoio de pés, obriga a permanência do operador com posturas incorrectas durante intervalos de tempo relativamente longos.

2.2.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

Os principais problemas de postura dos operadores que trabalham sentados poderão estar relacionados com a postura da coluna, particularmente da região lombar e cervical.

Os requisitos mais importantes para o assento (cadeiras e outros equipamentos afins) são:

- Ser ajustável;
- Ser confortável durante um período de tempo considerável;
- Ser fisiologicamente satisfatório;
- Eliminar a necessidade de inclinar a coluna à frente;
- Ser apropriado para a actividade ou tarefa a executar;
- Permitir a natural mobilidade.

O apoio de costas inclinado entre 110 e 120° transfere para si uma parte significativa do peso do corpo e reduz a tensão e fadiga nos discos intervertebrais e nos músculos, que pode ser conseguido através da inclinação posterior das costas da cadeira ou inclinação do assento à frente. Outro aspecto de elevada importância é a extensão vertical de apoio proporcionada pelas costas do assento, que faz diminuir o esforço de sustentação do peso do tronco. É recomendada para apoio de costas uma altura na ordem dos 500 mm. A altura do assento deve ser inferior ou igual à altura do popliteu (incluindo a espessura do calçado), a fim de permitir apoiar o pé no solo. À medida que aumenta a altura do assento, o apoio de costas tende a diminuir, até eventualmente deixar de existir, no caso da posição de pé. O apoio das costas é contudo importante de forma a favorecer a lordose lombar, que é optimizada na posição de pé. [2]

Uma solução de compromisso de ambas as recomendações consiste em trabalhar na posição “sentado - de pé”. Trata-se, de elevar o plano de trabalho para a altura ideal do trabalho de pé, dotando o posto de trabalho de um assento mais alto, mas com apoio de costas. Desta forma o operador pode trabalhar confortavelmente sentado, ou de pé, como desejar. A elevação do assento até esta posição obriga a existência de um suporte para os pés que assegure o indispensável apoio, quando na posição de sentado. Esta poderá ser a solução usada no posto de trabalho de inspeção do subsector Revestimentos e Pavimentos com benefícios evidentes ao nível da postura corporal.

Considera-se prioritário melhorar o conforto do operador na posição sentado ou sentado - de pé, considerando que a adopção de cadeiras com fácil sistema de regulação em altura, que permite o bem estar a operadores de qualquer estatura. A adopção de apoios de pés adequados considera-se também pertinente dado que um apoio firme contribui para estabilização do tronco e consequente melhoria da postura. Uma sugestão de elevado potencial é a rotatividade e alargamento do trabalho por vários postos de trabalho, possível de implementar a curto prazo e isenta de custos de investimento em equipamento. Nos casos estudados em cada linha existem dois operadores, sendo um deles responsável por actividades de inspeção ao produto acabado e outro por tarefas relacionadas com a supervisão da linha, desocupação da área “final de linha”, etc. Sugere-se a que os operadores troquem de tarefas com alguma regularidade.

3. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO DOS POSTOS DE TRABALHO

O trabalhador confronta-se diariamente, na situação de trabalho, com elementos do meio físico tais como ruído, iluminação, calor, frio, etc., que podem ser favoráveis ou desfavoráveis para a sua actividade, constituírem ajudas ou perturbações para a produção, e por conseguinte, desencadear consequências diversas sobre a saúde e a segurança.

Os problemas inerentes ao ambiente físico estão associados [1]:

- à natureza das tarefas;
- aos constrangimentos do trabalho real;
- à variabilidade das situações;
- à variabilidade e à diversidade dos trabalhadores.

3.1. RUÍDO

O ruído pode ser definido como um som desagradável e indesejável que perturba o ambiente, contribuindo para o mau estar e provocando situações de risco para a saúde do ser humano.

A exposição diária dos trabalhadores a níveis sonoros superiores a 30 dB, dependendo das características individuais e de outros factores que integram o ambiente de trabalho, pode causar os seguintes efeitos:

- perturbações fisiológicas;
- alterações ao nível do sistema nervoso central;
- perturbações psíquicas;
- perturbações da actividade.

Se as exposições pessoais diárias têm níveis superiores a 85 dB(A), podem provocar lesão auditiva. A lesão auditiva é irreversível e pode acarretar o isolamento social do trabalhador. A perda auditiva pode acompanhar-se de um ruído entótico (*tinnitus*). O risco de perda de audição é definido segundo a Norma Portuguesa NP 1733. Este risco aumenta não só com a amplitude do nível sonoro e com o tempo de exposição, mas também depende das características do som, variando ainda de indivíduo para indivíduo.

O decreto regulamentar 9/92, de 28 de Abril, define os valores máximos admissíveis de exposição ao ruído e métodos de medição. Três conceitos definidos neste decreto são:

- **Nível de Acção**, nível de exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho é igual a 85 dB(A).
- **Valor Limite de Exposição**, valor limite de exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho é igual a 90 dB(A).
- **Valor Limite de Pico**, o valor máximo instantâneo do nível de pressão sonora é igual a 140 dB.

As indústrias, cujos valores dos níveis de ruído ultrapassam o nível de acção deverão definir medidas de intervenção e controlo do ruído e seus efeitos. Essas medidas são:

Acompanhamento médico: testes audiométricos a intervalos regulares. A periodicidade dos exames será anual para os trabalhadores expostos a níveis de ruído superior a 90 dB(A) e de três em três anos para trabalhadores expostos a níveis de ruído superior a 85 dB(A).

Controlo de ruído: esta medida abrange o levantamento dos níveis de ruído, análise dos resultados, adopção de medidas de redução e avaliação dos resultados.

3.1.1. LEVANTAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDO

Equipamento usado:

- Sonómetro Integrador. Sistema portátil análise do espectro de frequência e acústica 01 dB, modelo *Symphonie*.

Locais de amostragem:

- Postos de Trabalho de inspecção da secção de pavimentos;
- Postos de Trabalho de inspecção da secção de revestimentos;
- Postos de Trabalho de inspecção da cerâmica estrutural.

Descritores utilizados:

- Nível sonoro contínuo equivalente, $L_{Aeq,T}$, ponderado A

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{[P_A(t)]^2}{[P_0]^2} dt \right) \quad (1)$$

onde: $T=t_2-t_1$ = tempo de exposição de um trabalhador ao ruído no trabalho
 $P_A(t)$ = pressão sonora instantânea ponderada A
 $P_0= 20\mu\text{Pa}$

- Nível sonoro máximo no intervalo de tempo considerado, $L_{\text{máx}}$.
- Nível sonoro mínimo no intervalo de tempo considerado, $L_{\text{mín}}$.
- Nível de percentil $L_{95,T}$, nível excedido em 95% do intervalo de tempo.
- Nível de percentil $L_{50,T}$, nível excedido em 50% do intervalo de tempo.

Todas as medições foram efectuadas de acordo com a norma NP-1733, i. e., com o aparelho de medição colocado na posição aproximada do ouvido do trabalhador e durante o funcionamento das máquinas a um ritmo normal de produção. A duração de cada medição foi de 30 minutos, considerado representativo para a da actividade. Na tabela 1, encontram-se os valores medidos em diferentes horários no subsector de pavimentos e revestimentos. Na tabela 2, encontram-se os valores medidos no subsector da cerâmica estrutural.

Horário	Leq	Lmín	Lmáx	L95	L50
11:04	82,6	75,4	95,6	76,8	81,8
11:44	85,0	78,2	96,3	80,6	83,5
14:04	84,9	77,9	95,3	80,3	84,0
16:14	82,2	76,0	88,8	77,5	81,5
18:34	84,6	74,7	97,2	76,2	81,2

Tabela 1 – Valores do nível de ruído do subsector pavimentos e revestimentos dB(A).

Horário	Leq	Lmín	Lmáx	L95	L50
10:17	79,5	77,1	88,6	78,0	79,0
10:47	80,0	77,6	88,8	78,6	79,6
11:17	80,0	77,3	90,1	77,9	78,9
13:46	78,6	76,8	83,3	77,7	78,6
15:06	81,9	79,4	88,1	80,7	81,8

Tabela 2 – Valores do nível de ruído do subsector cerâmica estrutural em dB(A).

3.1.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

Subsector Pavimentos e Revestimentos

Da análise da tabela 1, podemos constatar que o nível sonoro contínuo equivalente se encontra abaixo dos 85 dB(A). Recomenda-se que a exposição sonora diária não ultrapasse os 85 dB(A).

Subsector Cerâmica Estrutural

Da análise da tabela 2, podemos constatar que o nível sonoro contínuo equivalente também se encontra abaixo dos 85 dB(A).

Em ambas as situações não é necessário desenvolver acções para controlo do ruído. Contudo, as exposições dos trabalhadores ao ruído durante o trabalho devem ser reduzidas ao nível mais baixo possível. Para reduzir os riscos ligados à exposição dos trabalhadores durante o trabalho devem ser utilizadas, pela seguinte ordem de prioridades, medidas técnicas de protecção colectiva, de organização do trabalho e de protecção individual.

O decreto regulamentar 9/92 define que o empregador deve colocar gratuitamente à disposição dos trabalhadores protectores de ouvido com atenuação adequada ao ruído a que estão expostos quando este ultrapassa o nível de acção. Contudo, 75 dB(A) é o limite de exposição contínua e/ou repetitiva sem efeitos negativos para a saúde e segurança dos trabalhadores. Assim, o equipamento individual de protecção deveria ser fornecido a partir de 80 dB(A).

Recomenda-se que o equipamento de protecção individual seja a solução adoptada na eventualidade da impossibilidade de suprimir/reduzir os riscos contra os quais estes equipamentos protegem. A utilização do equipamento de protecção

individual constituirá apenas uma medida temporária até que o processo de produção seja alterado para que o trabalho “seja seguro” sem este tipo de equipamento.

3.2. ILUMINAÇÃO

A iluminação constitui um factor de risco que deve ser adequadamente seguido. Uma iluminação correcta num local de trabalho é condição imprescindível para a obtenção de um bom ambiente de trabalho, proporcionando dessa forma um aumento de produtividade, motivação, desempenho geral, etc. A inobservância deste ponto resulta normalmente em consequências mais ou menos graves, tais como: danos visuais, menor produtividade e aumento do número de defeitos não detectados.

A iluminação ideal é aquela que é fornecida pela luz natural. Contudo por razões de ordem pratica, o seu uso é bastante restrito, havendo necessidade de recorrer à luz artificial. A qualidade da iluminação artificial de um ambiente de trabalho depende fundamentalmente de quatro factores [3]:

- da sua adequação ao tipo de actividade prevista;
- da limitação do encandeamento;
- da distribuição conveniente das lâmpadas;
- da harmonização da cor da luz com as cores predominantes no local.

A norma DIN 5035 descreve os níveis-padrão de iluminação recomendados (tabela 3).

Nível	Iluminância (lx)	Actividade	
1	15		
2	30	Orientação, só estadias	
3	60	Temporárias	
4	120	Tarefas visuais ligeiras com	<i>ex:</i> Trabalhos em armazéns, estaleiros
5	250	contrastes elevados	<i>ex:</i> Salas de espera, trabalhos de pintura
6	500	Tarefas visuais normais com	<i>ex:</i> Trabalhos em escritórios, leitura
7	750	detalhes médios	<i>ex:</i> Rebarbagem de vidro
8	1 000	Tarefas visuais exigentes com	<i>ex:</i> Desenho técnico, comparação de cores
9	1 500	pequenos detalhes	<i>ex:</i> Montagem de peças em electrónica
10	2 000	Tarefas visuais muito exigentes	<i>ex:</i> Trabalhos de relojoaria, gravação
11	3 000	com detalhes muito pequenos	<i>ex:</i> Montagem fina, com tolerâncias muito apertadas
12	>5 000	Casos especiais	<i>ex:</i> Sala de operações

Tabela 3 – Iluminâncias recomendadas para ambientes de trabalho, DIN 5035.

3.2.1 LEVANTAMENTO DOS NÍVEIS DE ILUMINAÇÃO

Equipamento usado:

- Luxímetro *Tenma 72-6693*.

Locais de amostragem:

- Postos de Trabalho de Inspeção na secção de pavimentos.
- Postos de Trabalho de Inspeção na secção de revestimentos.
- Postos de Trabalho de Inspeção da cerâmica estrutural.

Descritores utilizados:

- Iluminância- medida do fluxo luminoso incidente por unidade de superfície. Unidade: *lx*.

Na tabela 4, encontram-se os valores de iluminância medidos em diferentes horários no subsector de Pavimentos e Revestimentos, respectivamente. Na tabela 5 encontram-se os valores de iluminância medidos no subsector da cerâmica estrutural.

Hora	Posto 1	Hora	Posto 2
10:00	1000 <i>lx</i>	10:10	1330 <i>lx</i>
14:15	946 <i>lx</i>	14:25	1100 <i>lx</i>
17:00	1460 <i>lx</i>	17:10	1000 <i>lx</i>
18:40	1066 <i>lx</i>	18:50	1071 <i>lx</i>

Tabela 4 – Iluminância medida nos postos de inspeção do subsector Pavimentos e Revestimentos.

Hora	Posto 1	Hora	Posto 2
10:25	407 lx	15:43	491 lx
11:15	423 lx	16:15	211 lx
15:23	350 lx	16:31	572 lx
15:42	528 lx	17:00	382 lx

Tabela 5 – Iluminância medida nos postos de inspecção do subsector Cerâmica Estrutural.

3.2.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

Os ambientes não devem ser iluminados além do recomendado nas Normas, pois além de não melhorar o desempenho visual, acarretam consumos elevados de energia.

Subsector Pavimentos e Revestimentos

Da análise da tabela 5, podemos constatar que os valores obtidos para a iluminância, nos postos de inspecção deste subsector, estão de acordo com o estabelecido pela norma DIN 5035 para tarefas visuais exigentes com pequenos detalhes, como é o caso da inspecção realizada nestas indústrias.

Subsector Cerâmica Estrutural

Os valores obtidos para a iluminância, nos postos de trabalho de inspecção deste subsector, ver tabela 6, encontram-se abaixo do estabelecido pela norma DIN 5035 para tarefas visuais normais com detalhes médios. Nesta circunstância recomenda-se o aumento do número e/ou potência dos focos luminosos existentes.

Fazem-se de seguida um conjunto de sugestões e recomendações ao nível da manutenção da rede de iluminação e cores de paredes e tectos, para ambos os subsectores.

A utilização da luz natural é sob todos os aspectos, o ponto de partida para se obter um sistema de iluminação energeticamente eficiente. Para se obter um resultado satisfatório algumas medidas podem ser acatadas, entre elas:

- utilizar telhas translúcidas com finalidade de aproveitar a luz natural.
- apagar a iluminação de sectores desactivados ou que estão temporariamente em desuso, mesmo que por poucas horas podendo-se utilizar detectores de presença;
- empregar lâmpadas que consomem menos energia por lumens;
- particularmente pode-se substituir iluminação incandescente por fluorescente ou lâmpadas metálicas.

Por outro lado, a manutenção da rede de iluminação e paredes, deve ser cuidadosamente planeada quer por razões económicas quer por razões técnicas. Deve proceder-se à limpeza periódica das luminárias, a fim de que, o rendimento das mesmas não seja afectado pela acumulação de poeiras. Também, o estado das paredes e tectos deverá ser regularmente verificado. Os custos de uma eventual lavagem ou pintura são certamente compensados pelo ganho na qualidade de iluminação.

As cores das paredes constituem um importante complemento ambiental, capaz de, se bem utilizadas, amenizar condições desfavoráveis. De um modo geral recomenda-se o uso de cores claras, que por natureza são frescas, acolhedoras, motivam a limpeza e principalmente difundem mais luz.

3.3. AMBIENTE TÉRMICO

O problema colocado pelos ambientes térmicos é o da homeotermia - manutenção da temperatura interna do corpo, a qual garante o bom funcionamento das principais funções do organismo. Para que esta temperatura se mantenha constante é necessário que exista equilíbrio entre, a produção de calor verificada no interior do organismo, através de processos metabólicos, e a dissipação desse calor para o meio ambiente, através de perdas por convecção, radiação, evaporação e eventualmente condução.

Os ambientes térmicos quentes são ambientes para os quais o balanço térmico, calculado na base das trocas de calor por radiação e convecção é positivo, i.e. a temperatura do ar ambiente e a temperatura radiante média são superiores à temperatura média cutânea. Ambientes, muito agressivos termicamente, podem conduzir a uma situação de *stress* térmico e originar danos irreversíveis para o trabalhador.

O *stress* térmico ocorre quando os parâmetros ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, humidade relativa e velocidade do ar), o nível de vestuário e o nível de metabolismo interagem por forma a produzir um aumento gradual da temperatura corporal.

O indivíduo, no desempenho das suas actividades, quando submetido a condições de *stress* térmico, tem entre outros sintomas, a debilitação do estado geral de saúde, alterações psico-sensoriais e a redução da capacidade de produção.

O índice de temperatura húmida de globo (WBGT - *Wet Bulb Globe Temperature*) é um indicador do nível de desconforto térmico ou de *stress* térmico e destina-se a avaliar termicamente um posto de trabalho. O WBGT é determinado pelo conhecimento de dois parâmetros ambientais derivados, a temperatura de bolbo húmido (Tnw) e a temperatura de globo, (Tg). Em algumas avaliações, onde se tenha a presença da radiação solar, é necessário também o conhecimento da temperatura seca (Ta). O WBGT é determinado da seguinte forma:

$$\text{Para ambientes interiores: } WBGT = 0,7Tnw + 0,3Tg \quad (2)$$

$$\text{Para ambientes exteriores: } WBGT = 0,7Tnw + 0,2Tg + 0,1Ta \quad (3)$$

Em caso de ambientes heterogéneos, onde os parâmetros do espaço em volta da pessoa não são constantes, o índice WBGT deve ser calculado em 3 posições diferentes, representado a altura da cabeça, abdómen e tornozelos da pessoa em relação ao nível do piso. Para pessoas em pé: a 0,1 m do piso, a 1,1 m do piso e a 1,7 m do piso. O WBGT médio é então calculado pela seguinte expressão ponderada:

$$WBGT = (WBGT \text{ cabeça} + 2WBGT \text{ abdómen} + WBGT \text{ tornozelo})/4 \quad (4)$$

O valor calculado do WBGT, função das características do ambiente, não deve ultrapassar um determinado valor que é função do metabolismo gerado pelo trabalhador. Este por sua vez depende da actividade desenvolvida pelo trabalhador, ver tabela 6.

Consumo Metabólico Kcal / hora	WBGT limite (°C)			
	Indivíduo aclimatado		Indivíduo não aclimatado	
	Var = 0	Var ≠ 0	Var = 0	Var ≠ 0
≤ 100	33	33	32	32
100 – 200	30	30	29	29
200 – 310	28	28	26	26
310 – 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Tabela 6 – Valores limite de referência para o índice WBGT (ISO 7243/89).

3.3.1. LEVANTAMENTO DO WBGT

Equipamento usado:

- Thermal Comfort Data Logger Type 1221

Locais de amostragem:

- Postos de Trabalho de “fornheiro” na cerâmica estrutural.

Descritores utilizados:

- Tnw – temperatura húmida natural;
- Tg – temperatura de globo.

Todas as medições foram efectuadas segundo a norma ISO 7243, i.e, no período correspondente à situação máxima de *stress*, verão e a meio do dia. Na tabela 7, encontram-se os valores obtidos para cada um dos descritores acima referidos ao nível da cabeça, abdómen e tornozelos.

Hora	Tnw	Tg	WBGT
Cabeça	19,8 °C	36,4 °C	24,78 °C
abdómen	20,4 °C	39,4 °C	26,10 °C
Tornozelos	20,9 °C	39,9 °C	26,60 °C

$$WBGT_{\text{médio}} = 25,9 \text{ °C}$$

Tabela 7 – WBGT medido no posto “fornheiro” da cerâmica estrutural.

3.3.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

Em ambos os subsectores visitados, os postos de trabalho de inspecção não apresentavam situações de *stress* térmico. Contudo, postos de trabalho como o de “fornheiro” no subsector da cerâmica estrutural apresentam alguns indícios de se encontrarem em *stress* térmico. Assim, decidimos avaliar o risco a que estão submetidos os trabalhadores que operam neste posto.

O valor limite de referência para o WBGT correspondente a uma taxa metabólica moderada e para um indivíduo aclimatado, como é o caso do posto de trabalho “fornheiro”, é de 28°C. Portanto, como o valor medido não ultrapassa o valor limite podemos concluir que o indivíduo não se encontra em *stress* térmico. Contudo, é importante que este seja controlado com alguma regularidade, particularmente nos dias quentes de verão.

Um princípio razoável da Ergonomia Ambiental e da Higiene Industrial é que os factores de *stress* térmico devem ser sempre que possível reduzidos na sua fonte. Outro aspecto importante está relacionado com a tolerância e os limites permissíveis de calor: quanto maior a carga de trabalho menor deverá ser a temperatura. A mesma lógica é válida para o trabalho sob radiação de calor: quanto maior a temperatura, menor deve ser o tempo de exposição. Estão definidos os seguintes limites: 140 min. a 30° C e 22 min. a 42°C [4].

4. CONCLUSÕES

No presente trabalho foram estudados os postos de trabalho de inspecção dos subsectores da cerâmica estrutural e da cerâmica de pavimentos e revestimentos. A análise dos postos de trabalho foi feita segundo duas vertentes: a postura e trabalho muscular e ambiente físico (ruído, iluminação e ambiente térmico).

As principais conclusões a retirar com a realização do trabalho é que em ambos os sectores os trabalhadores estão sujeitos a riscos profissionais, devido fundamentalmente à permanência de pé, existência de tarefas repetitivas, movimentação manual de cargas e ritmo de trabalho imposto ao trabalhador, que depende da velocidade do tapete.

Da caracterização do ambiente físico constata-se que o nível sonoro contínuo equivalente se encontra abaixo dos 85 dB(A) em ambos os sectores. Relativamente aos níveis de iluminação, apenas estão de acordo com os valores recomendados pela norma DIN 5035 para o subsector Pavimentos e Revestimentos. O caso do subsector Cerâmica Estrutural deverá ser aumentado o número e/ou potência dos focos luminosos existentes. Os postos de trabalho de inspecção de ambos os subsectores não apresentavam situações de *stress* térmico. Contudo, o posto de trabalho “fornheiro” no subsector da cerâmica estrutural deverá ser controlado de forma regular.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi financiado parcialmente pelo governo português, Proj.029-CERAM/02, sob a Campanha Cerâmica do IDICT, Instituição para o Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho. Gostaríamos também de agradecer às seguintes empresas: Cerâmica S. Pedro, Sarzedas – Castelo Branco; Cerâmica S. Pedro, Alçaria - Fundão; Porcelanas Íbis - Aveiro; Dominó – Indústrias Cerâmicas, S.A., Condeixa-a-Nova; Gresco – Grés de Coimbra, S.A., Coimbra.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Cabral F., “*Higiene, Segurança, Saúde e Prevenção de Acidentes de Trabalho*”, Verlag Dashöfer, 2003.
- [2] Grandjean E., “*Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem*”, 4ª edição, Porto alegre, Bookhan, 1988.
- [3] Miguel A.S., “*Manual de Higiene e Segurança no Trabalho*”, Porto Editora, 2001.
- [4] Grandjean E., “*Fitting the task to the man*”, Taylor & Francis, London, 1998.
- [5] Norma Portuguesa NP 1733, “*Acústica. Estimativa da exposição ao ruído durante o exercício de uma actividade profissional, com vista à protecção da audição*”, 1981.
- [6] Norma DIN 5035