

## ÍNDICE

### I Parte – Pressupostos Teóricos e Metodológicos da Prática da Ergonomia

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>2</b>
<b>2. INDÚSTRIA E TRABALHO EM CADEIA</b>	<b>3</b>
<b>2.1. REPETITIVIDADE DAS TAREFAS</b>	<b>3</b>
<b>3. PERTURBAÇÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS</b>	<b>4</b>
<b>3.1. FACTORES DE RISCO</b>	<b>4</b>
<b>3.2. GESTÃO DAS SOLUÇÕES</b>	<b>6</b>
<b>4. ERGONOMIA: UMA ACÇÃO PARA TRANSFORMAR O TRABALHO</b>	<b>7</b>
Análise ergonómica	7
Elaboração do projecto	7
Implementação, avaliação e reajustamentos	8
<b>4.1. ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO</b>	<b>8</b>
Rotação de postos de trabalho	9
Automatização parcial do processo	9
Modelo de estruturação do trabalho baseado no enriquecimento das tarefas	10

### II Parte – Instrumentos de Avaliação do Risco

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO DOS FACTORES DE RISCO</b>	<b>11</b>
<b>BREVE DESCRIÇÃO DE MECANISMOS E RELAÇÕES ENTRE O APARECIMENTO DE LMELT E A EXPOSIÇÃO A FACTORES DE RISCO NO LOCAL DE TRABALHO</b>	<b>12</b>
1.2.2. Forças e Carga musculo-esquelética	13
1.2.3. Vibrações	15
<b>2. METODOLOGIA</b>	<b>17</b>
2.1. RELAÇÃO ENTRE MTM -1 & OCRA	20
MTM-1	21
MELHOR MÉTODO	21

## **I PARTE - PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA PRÁTICA DA ERGONOMIA**

### ***1. INTRODUÇÃO***

Actualmente, não restam dúvidas quanto à relação entre condições de trabalho e produtividade, pelos custos directos e indirectos dos acidentes de trabalho e do absentismo por doença, particularmente no que se refere a doenças profissionais. De uma maneira geral, não tem sido dada grande atenção às condições em que a actividade de trabalho é realizada, embora se saiba que um meio que exponha os trabalhadores a riscos graves pode ser a causa directa de acidentes de trabalho e de doenças profissionais. Por outro lado, sabe-se que a insatisfação decorrente de condições de trabalho não adequadas pode afectar a produtividade, em termos qualitativos e quantitativos, e determinar uma rotação excessiva do pessoal e até um absentismo elevado.

Num inquérito sobre as condições de trabalho realizado ao nível da União Europeia verificou-se que as perturbações músculo-esqueléticas representam o problema de saúde mais citado (30% para as dores dorsais e 17% para as dores musculares nos membros) imediatamente seguido do stress (28%). O absentismo aumenta, como se sabe, em função da penosidade do trabalho, tendo-se verificado que o número médio de absentismo por trabalhador é de 4 dias por ano, o que representa 600 milhões de dias de trabalho perdidos em toda a UE. Quanto ao trabalho repetitivo, 7% declararam desempenhar tarefas curtas e repetitivas e 57% declararam efectuar gestos repetitivos da mão ou do braço. Além disso, 45% disseram não estar sujeitos a rotações de tarefas. Na generalidade, verificou-se uma impressão subjectiva de ritmos e cadências de trabalho intensos, assim como de pressões de tempo, decorrentes da procura externa e de imperativos económicos.

Neste contexto, a Ergonomia assume uma importância particular, não só pelos objectivos que persegue, como pelas características das acções que preconiza. Os resultados da aplicação de critérios ergonómicos podem traduzir-se, ao nível dos operadores, por uma diminuição da carga de trabalho e, conseqüentemente, da fadiga, uma diminuição dos acidentes, uma melhoria do conforto no posto de trabalho, uma organização do trabalho e uma estruturação das tarefas mais adequadas, e ao nível do sistema, por uma redução dos custos directos e indirectos do absentismo e dos acidentes e, de uma maneira geral, por um aumento da produtividade, em termos quantitativos e qualitativos.

## **2. INDÚSTRIA E TRABALHO EM CADEIA**

O trabalho em cadeia constitui uma forma de organização do trabalho, na qual a produção é repartida por um conjunto de postos, cada um ocupado por um operador, sendo as correspondentes tarefas repartidas em função da sua duração. Esta, por sua vez, é determinada a partir da decomposição do conjunto de gestos inerentes às diferentes operações. Designa-se por tempo de ciclo a duração da sequência de operações realizadas em cada posto e que são periodicamente repetidas. O tempo de ciclo é o principal critério para a repartição das tarefas, o que determina que, muitas vezes, se verifique um desequilíbrio entre os diferentes postos, em termos de carga de trabalho. Efectivamente, a duração de uma tarefa não pode ser utilizada como critério único na estruturação de uma linha de montagem, por exemplo, pois as suas solicitações e os respectivos custos para os operadores são muitas vezes diferenciados. Conhecem-se, assim, muitas situações em que alguns postos estão sobrecarregados em relação a outros, apesar da duração de cada tarefa ou grupo de tarefas ser idêntica. Além disso, devido a este desequilíbrio, a cadência é afectada e, ao fim de algum tempo, os operadores que ocupam os postos mais sobrecarregados começam a atrasar-se, acentuando o desequilíbrio da carga de trabalho, através de uma maior pressão de tempo.

### **2.1. REPETITIVIDADE DAS TAREFAS**

A natureza das tarefas inerentes a uma situação de trabalho é determinante do tipo de organização do trabalho, dos instrumentos utilizados e da estrutura dos postos de trabalho. A sua análise numa relação com a actividade desenvolvida pelos operadores na sua execução permite definir as exigências e identificar os constrangimentos, de maneira a conceber equipamentos e estruturar os postos de trabalho de forma adequada relativamente às características e capacidades humanas. As formas de organização, obedecendo a imperativos de produção, devem, no entanto, ser estudadas em função das suas repercussões sobre os operadores, de maneira a que estes não sejam colocados em risco nem em sobrecarga.

As formas de organização do trabalho que determinam a execução de tarefas repetitivas e de elevadas exigências de precisão são muito frequentes na indústria. Este tipo de tarefas impõe, por um lado, a realização de gestos, que, analisados isoladamente, não impõem esforço importante, mas cuja repetitividade ao longo do período de trabalho lhes confere uma carga elevada. A Ergonomia preconiza soluções que passam por formas particulares de organização do trabalho e pela mecanização ou automatização. Além disso, o facto de se tratar de tarefas de precisão impõe exigências visuais, que, por sua vez, condicionam a postura e, conseqüentemente, determinam a necessidade de concepção ergonómica do posto de trabalho, de maneira a que a altura dos planos de trabalho e a iluminação sejam compatíveis com este tipo de exigências.

Uma característica subjacente ao trabalho em cadeia é a repetitividade decorrente da repartição das tarefas. Algumas indústrias, que envolvem a manipulação de elementos de muito pequena dimensão, impõem, por esse facto, tarefas de grande precisão. Além disso, a sua estruturação apresenta, por vezes, tempos de ciclo da ordem de 10 ou 15 segundos, ou até menos, pelo que podemos calcular o número de operações realizadas ao longo de 8 horas de trabalho. As consequências deste tipo de tarefas estão bem patentes na frequência das patologias músculo-esqueléticas ao nível do membro superior que constituem factor de perturbação em muitos sistemas de produção.

### **3. PERTURBAÇÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS**

As perturbações músculo-esqueléticas decorrentes de determinadas formas de organização do trabalho baseadas na repetitividade das tarefas constituem actualmente um grave problema que é largamente debatido e estudado no nosso país e no estrangeiro. Quando em 1981 se realizou o primeiro colóquio sobre a cadência imposta e o stress ligado ao trabalho (*International Conference: Machine Pacing and Occupational Stress, Purdue University, Londres*), pensava-se que esta forma de organização do trabalho teria tendência a diminuir com o desenvolvimento tecnológico, o que determinaria uma redução dos efeitos negativos deste tipo de trabalho. O tempo mostrou-nos o oposto, prevendo-se hoje, a partir dos dados disponíveis, que nos próximos anos estas perturbações constituam um dos principais problemas ligados ao trabalho. O conflito entre os imperativos económicos e as preocupações relativas à saúde e ao bem-estar dos trabalhadores obriga-nos a procurar soluções equilibradas. Visando a optimização das interacções homem-sistema, segundo critérios de conforto, segurança, fiabilidade e eficácia, a Ergonomia preconiza um tipo de intervenção assente no compromisso entre os interesses e direitos dos trabalhadores e dos sistemas produtivos. Partindo do conhecimento sobre o homem e sobre os sistemas, a análise ergonómica permite identificar os factores de risco e estudar soluções de concepção e/ou organização do trabalho adequadas e realistas. A sua implementação nem sempre é fácil, pelo que qualquer solução encontrada deve ser o resultado do trabalho desenvolvido por uma equipa multidisciplinar, no âmbito de discussão alargada a todos os interessados, equacionando os seus efeitos ao nível dos trabalhadores e do sistema.

#### **3.1. FACTORES DE RISCO**

Sendo as perturbações músculo-esqueléticas doenças multifactoriais de componente profissional, inscrevem-se num quadro probabilístico onde cada factor concorre mais ou menos para o aparecimento da patologia. Pode-se dizer que estas perturbações resultam geralmente de um desequilíbrio entre as solicitações biomecânicas e as capacidades individuais (**Fig. 1**), não existindo, portanto, um nível absoluto aceitável de solicitação, mas um nível relativo próprio de cada indivíduo.

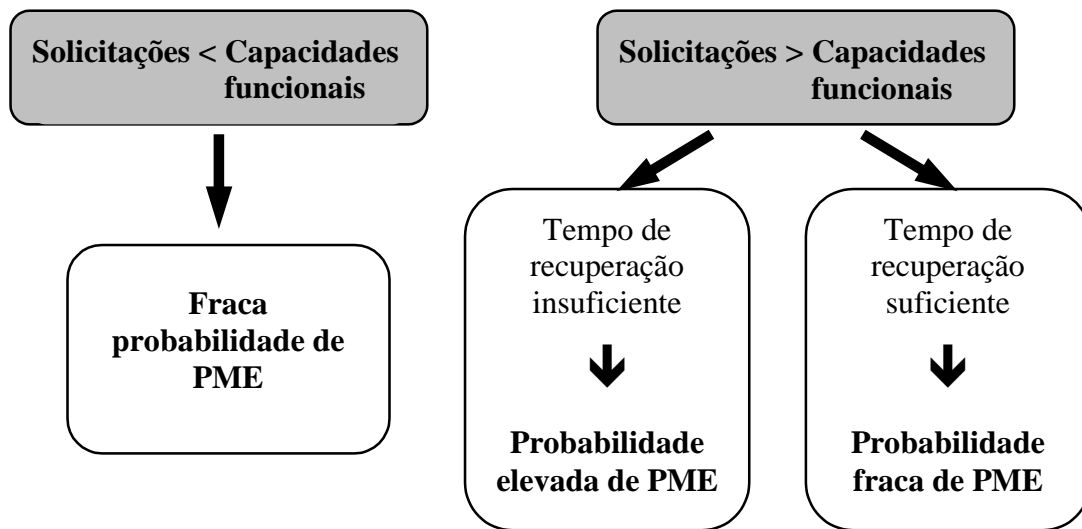


Fig. 1 - Relação entre solicitações e capacidades funcionais  
(in *Les troubles musculosquélétiques du membre supérieur, INRS*)

Existem, no entanto, diversos factores que podem influenciar o risco de desenvolver estas patologias numa relação directa com a duração da exposição e o número de factores acumulados. Podemos, assim, considerar que existem factores endógenos e exógenos que podem intervir directa ou indirectamente no desenvolvimento das patologias músculo-esqueléticas (**Fig. 2**). Assim, a actividade gestual no trabalho é um factor exógeno directo, particularmente se existirem solicitações de força excessiva, se as diferentes operações implicarem posições articulares extremas e se houver repetitividade, ou seja, se existir hiper-solicitação biomecânica. Como factor exógeno indirecto temos a considerar a percepção subjectiva do operador relativamente à ergonomia e ao envolvimento do posto, assim como à organização do trabalho, que são factores que determinam o conteúdo gestual das tarefas. O estado de saúde, a idade, o sexo e outros factores relativos ao património genético e à história clínica do indivíduo, são factores endógenos directos; o stress, a insatisfação profissional, a percepção negativa do trabalho, etc. são factores endógenos de natureza psico-social que favorecem indirectamente o desenvolvimento de patologias músculo-esqueléticas. A identificação dos factores de risco, e principalmente das suas causas, é essencial à sua eliminação, sem o que não poderá ser equacionada qualquer solução de transformação do trabalho.

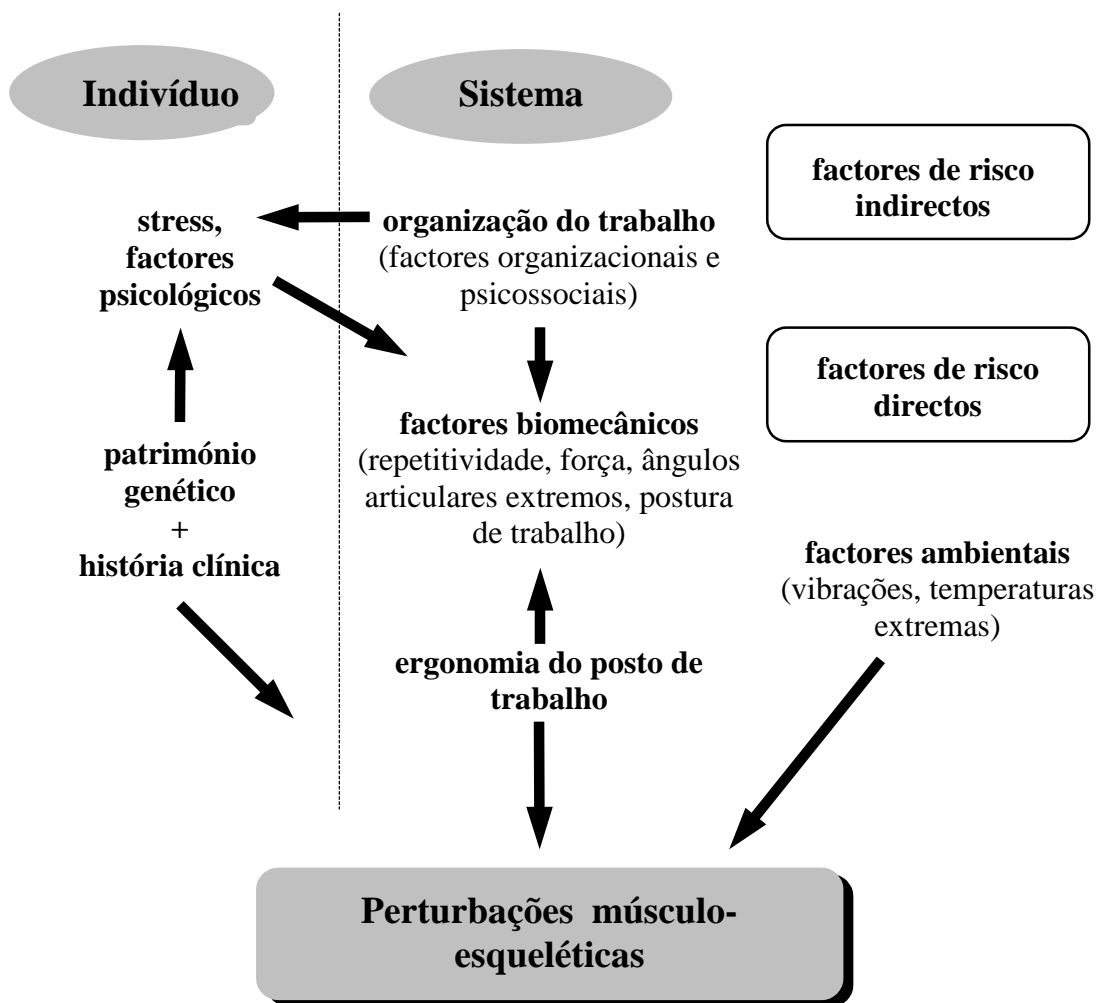


Fig. 2 - Factores de risco directos e indirectos

### 3.2. GESTÃO DAS SOLUCÕES

Apesar de identificados os factores de risco e respectivas causas, não podemos confiar totalmente que a eliminação deste ou daquele factor afaste a probabilidade de ser contraída a patologia, na medida em que todos os factores de risco são interdependentes e funcionam em estreita interacção. Esta é uma das razões para algumas acções menos sucedidas do que se esperava à partida. Nestas situações, não é possível pensarmos em soluções que não sejam integradas, pois qualquer intervenção no sentido de eliminar um ou mais factores de risco deve ser equacionada no âmbito de uma equipa multidisciplinar e ponderados todos os seus efeitos. Devem, assim, ser estabelecidas linhas orientadoras das acções que visem a optimização do trabalho, definindo os princípios e a política preventiva adoptada, assim como os critérios que devem presidir à escolha das soluções adequadas. Nesta dimensão participativa, a Ergonomia assume um papel importante, quer na identificação dos factores de risco através da análise ergonómica, quer no estudo e desenvolvimento das transformações necessárias.

#### **4. ERGONOMIA: UMA ACÇÃO PARA TRANSFORMAR O TRABALHO**

A Ergonomia pressupõe uma abordagem multidisciplinar que pode ser levada a efeito por um conjunto de actores que dominem conhecimentos sobre o homem e sobre o sistema. Embora o ergonomista tenha que ter estes dois tipos de conhecimentos, ele deve trabalhar em equipa, na medida em que necessita de informações e conhecimentos específicos relativos aos dois sub-sistemas e deve negociar as suas propostas de intervenção com os restantes actores. Assim, se considerarmos que o médico do trabalho, o psicólogo, ou o sociólogo participam neste processo com os seus conhecimentos sobre o homem, que os engenheiros e outros responsáveis pelo sistema e pela organização do trabalho participam com os seus conhecimentos sobre o sistema, podemos dizer que o campo de acção do ergonomista é representado pelas interacções homem-sistema visando a sua optimização segundo critérios de eficiência, segurança e conforto. Os campos de intervenção da Ergonomia (produto ou produção), os seus domínios de aplicação, assim como a natureza das acções, orientarão a metodologia a seguir e a escolha dos instrumentos adequados. Além disso, os utilizadores finais devem participar no processo, quer com os seus pontos de vista e a sua experiência, quer como amostragem na realização de testes. Assim, a aplicação de critérios ergonómicos em qualquer processo de concepção ou transformação envolve, como se disse, uma metodologia apropriada, que integra as seguintes fases: a análise ergonómica, a elaboração do projecto, a sua implementação, assim como a avaliação e eventuais reajustamentos.

##### **Análise ergonómica**

A análise ergonómica assume uma especificidade própria dos objectivos da análise e da situação em si (concepção ou transformação). Envolvendo sempre a análise da tarefa e da actividade, a análise ergonómica requer a observação de operadores ou utilizadores, nem que seja em sistemas de referência, quando se trate de processos de concepção e, portanto, não exista uma situação real de utilização. As observações efectuadas permitem a compreensão da actividade desenvolvida em situação concreta de interacção homem-sistema e a identificação das exigências das tarefas, assim como de eventuais factores de constrangimento, risco e/ou nocividade. A análise quantitativa e qualitativa dos elementos recolhidos permite elaborar o diagnóstico da situação, ponto de partida para a elaboração do projecto.

##### **Elaboração do projecto**

A elaboração do projecto integra os critérios ergonómicos considerados relevantes para o sistema em causa, e especificados a partir dos resultados da análise ergonómica. Estão, então, definidas as variáveis das potenciais interacções, que orientarão toda a fase de elaboração do projecto. Assim, este poderá centrar-se na concepção de um espaço de trabalho, especificando os equipamentos e mobiliário e respectivo dimensionamento,

assim como a sua disposição e acessibilidade. A natureza das tarefas e suas exigências, assim como as características antropométricas dos operadores são elementos fundamentais para a concepção. Tratando-se, por exemplo, de um sistema de produção industrial, a equipa pluridisciplinar envolve, entre outros, a engenharia industrial e de produção, que cooperarão com a ergonomia. As técnicas de simulação assumem grande importância nestes processos de concepção, pois permitem estudar e ensaiar diferentes opções visualizando-as em situação de animação de manequins antropomórficos aos quais são atribuídas as características dos operadores potenciais. A completar este processo de concepção, deve também ser definido o perfil de competências dos operadores e, conseqüentemente, identificadas as necessidades de formação, desenvolvido e aplicado o correspondente plano de formação, que assegurará as performances previstas. O ponto de vista dos operadores e a sua experiência são também dados importantes, particularmente para a transformação de um sistema de trabalho, pois, para além do seu contributo, o facto de serem ouvidos os operadores facilita a aceitação da mudança e evita qualquer reacção negativa da sua parte.

#### **Implementação, avaliação e reajustamentos**

A implementação de projectos de concepção ou transformação de sistemas de trabalho ocorre após as fases anteriores no decurso das quais são ponderadas todas as medidas propostas, de maneira a que estas sejam realistas e, portanto, exequíveis. Apesar da realização de testes em protótipos ou situações simuladas, a implementação de projectos de concepção envolve necessariamente uma avaliação em situação concreta, que permitirá identificar necessidades de reajustamento. Esta avaliação envolve métodos objectivos, tais como a quantificação de variáveis ligadas à produtividade, e métodos subjectivos (questionário) para avaliação das variáveis consideradas relevante, em termos da sua apreciação subjectiva por parte dos operadores.

### **4.1. ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO**

Apesar do lugar comum de que cada caso é um caso, existem invariantes que nos permitem apontar algumas estratégias de intervenção, em função de constrangimentos que são muitas vezes impostos a quem intervém no sentido da optimização do trabalho. Assim, podemos dizer que a prevenção das perturbações músculo-esqueléticas passa pela concepção ou transformação do trabalho, tendo em conta:

- a ergonomia do posto de trabalho, em termos de dimensionamento, zonas de alcance e de visão;
- a eliminação dos factores de risco ambientais, particularmente o frio e as vibrações;
- as posturas de trabalho de acordo com as exigências sensório-motoras das tarefas;
- a adequação da carga músculo-esquelética e estática, assim como a invariabilidade;



- a organização do trabalho baseada no enriquecimento das tarefas, mas sem eliminar totalmente a repetição, que é essencial ao desenvolvimento de automatismos e à aquisição de experiência;
- favorecer as comunicações e a cooperação no colectivo de trabalho;
- as exigências cognitivas das tarefas, particularmente a atenção, a precisão e a complexidade;
- a sensibilização dos operadores para a utilização de equipamento de protecção individual;
- a utilização de máquinas e equipamentos desenvolvidos segundo critérios ergonómicos.

A experiência neste domínio leva-nos a considerar diferentes vias de orientação da acção ergonómica, no sentido de propor outras formas de estruturação e organização do trabalho. A substituição do homem pela máquina por meio da automatização e da robótica poderiam representar a solução mais radical para os problemas decorrentes do trabalho repetitivo. No entanto, as suas consequências ao nível da diminuição do emprego desaconselham esta estratégia, particularmente no nosso país. Assim, devem ser procuradas soluções de natureza ergonómica, que sejam realistas e eficazes e, acima de tudo, não comprometam o número de postos de trabalho existentes. A par da optimização da ergonomia do posto de trabalho e da eliminação ou redução dos factores de risco, estas soluções assentam em:

#### **Rotação de postos de trabalho**

Trata-se de uma solução de fácil aplicação mas que impõe uma análise aprofundada das tarefas e da actividade dos operadores, permitindo a identificação das solicitações e dos grupos diferenciados de acções, assim como a sua frequência em cada posto de trabalho. Desta forma, são elaborados planos de rotação que possibilitem a alternância gestual necessária à redução da repetitividade. Resta salientar que esta solução envolve necessidades de formação no sentido de assegurar a adequada polivalência.

#### **Automatização parcial do processo**

Por vezes, a repetitividade é diferenciada nos vários postos e, portanto, procura-se eliminar a produção manual nessa área por meio da introdução de uma máquina que realiza as operações anteriormente efectuadas por 2 ou 3 pessoas e é controlada por um operador. Os dois operadores excedentes são geralmente absorvidos na reestruturação, sendo esta uma estratégia que pode ser associada a planos de rotação.

**Modelo de estruturação do trabalho baseado no enriquecimento das tarefas**

Este modelo implica aparentemente uma redução de postos, nos quais cada operador realiza um conjunto mais amplo e diversificado de operações, mas na realidade, o que ele implica é uma multiplicação de linhas; assim, se cada linha ficar reduzida a 25% ou 30% dos operadores, a mesma produtividade impõe a existência de maior número de linhas, mantendo sensivelmente a taxa de produtividade por operador.

## **II PARTE – MÉTODOS OBSERVACIONAIS DE AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AOS RISCOS DE ORIGEM PROFISSIONAL**

### **1. INTRODUÇÃO**

A necessidade de um diagnóstico pré-clínico da lesão musculoesquelética ligada ao trabalho, rápido e fundamentado, tem como principal fundamento a prevenção da doença e a promoção da saúde dos trabalhadores expostos aos factores de risco de Lesões Músculo-Esqueléticas Ligadas ao Trabalho -LMELT, (Serranheira, 1999).

Os factores de risco de LMELT são identificados através de avaliações de aspectos fisiológicos, biomecânicos e epidemiológicos (Hagberg [et al], 1995), sendo através dos estudos epidemiológicos que é demonstrada a relação entre LMELT e algumas tarefas e/ou postos de trabalho. Todavia, normalmente não englobam a abordagem de todos os aspectos críticos do trabalho que lhes dão origem e, assim, somente alguns aspectos gerais podem ser inferidos, (Serranheira, 1999).

Num plano conceptual, segundo Pitner, os mecanismos de lesão das LMELT são considerados como uma acumulação de lesões que ultrapassa a capacidade de adaptação de um tecido, mesmo se o funcionamento fisiológico é parcialmente mantido ( Pitner, 1990).

### **CARACTERIZAÇÃO DOS FACTORES DE RISCO**

O movimento pouco frequente é o oposto do movimento com elevada frequência, independentemente da repetitividade, isto é, o movimento pode ser repetitivo com baixa ou com elevada frequência, (Serranheira, 1999).

Na caracterização de um factor de risco é pouco provável que factores de risco como, por exemplo, a frequência de um movimento, a pressão no interior do canal cárpico ou a força gerada por uma pega digital em pinça, sejam perigosas se são pouco frequentes.

É necessário um mínimo de exposição a um factor de risco para que exista risco de ocorrência de LMELT, (Serranheira, 1999).

Para caracterizar a exposição é necessário conhecer a zona anatómica exposta ao factor de risco. A zona anatómica deve ser apresentada de modo detalhado. Por exemplo, o pulso deve ser observado em função dos ângulos que descreve com o antebraço, ou seja, deve ser caracterizado por todos os graus de liberdade intersegmentar que descrevem essa articulação: flexão/extensão, desvio cubital/radial, (Serranheira, 1999).

É necessário conhecer a dose ou a intensidade da exposição ao factor de risco (ex: a força exercida com o pulso em extensão a 20°).

É essencial quantificar a exposição ao factor de risco quer de modo absoluto, quer relativamente às características e capacidades do indivíduo. Por exemplo, na postura podemos medir exactamente o ângulo intersegmentar (condiciona a carga musculoesquelética), podemos pesar o objecto manipulado (força externa aplicada) e podemos questionar o operador sobre a percepção da carga que ele sente (intensidade da carga sentida).

Outro aspecto a quantificar é a variação temporal do factor de risco (ex: a frequência de uma postura). A reacção dos tecidos biológicos depende do esforço exercido e do tempo necessário para a recuperação, isto é, o intervalo sem existência de repouso conduz, invariavelmente, a uma sobrecarga nos tecidos e, muitas vezes, às LMELT.

Na prática os factores que condicionam a variabilidade temporal de execução de uma tarefa e que se apresentam como relevantes na classificação são, por exemplo, a rotatividade das tarefas que pode ser horária, diária, semanal ou até inexistente, a duração do ciclo de trabalho ou a relação temporal de exposição do trabalhador a uma elevada carga de trabalho relativamente ao período de repouso (Rodgers, 1987), a inserção de micropausas tipo 10'' em cada 10' (Sundelin; Hagberg, 1989), ou em cada hora trabalhada 5-7 minutos de pausa (Colombini [et al], 1998) e a estrutura do horário e a repartição das pausas.

O último aspecto a quantificar é a duração da exposição ao factor de risco (ex: o ciclo de trabalho e o tempo de trabalho diário). O período de exposição diário numa determinada tarefa é extremamente importante, visto que o desenvolvimento das LMELT pode ir de alguns dias até décadas (Castorina [et al], 1990; Hagberg [et al], 1995).

### **BREVE DESCRIÇÃO DE MECANISMOS E RELAÇÕES ENTRE O APARECIMENTO DE LMELT E A EXPOSIÇÃO A FACTORES DE RISCO NO LOCAL DE TRABALHO**

Os factores de risco de LMELT no local de trabalho são múltiplos. Podem ser agrupados e referidos como:

#### 1.2.1 Adequação do posto de trabalho, zonas de alcance e visão, e ajustabilidade

Na prática, ainda que as dimensões de uma cadeira ou de uma bancada não sejam causadoras de LMELT, podem forçar o operador a assumir posturas incómodas e métodos de trabalho que o coloquem em risco de contrair ou agravar lesões musculoesqueléticas. O mesmo se pode referir relativamente às exigências visuais.

Outro aspecto são as compressões localizadas de tecidos produzidas por contacto com objectos e equipamentos do posto de trabalho. Estas podem causar lesões cutâneas em algumas estruturas subjacentes como os nervos, as bolsas serosas e os vasos sanguíneos.

Frequentemente, no local de trabalho existe necessidade de apoio ou pega com zonas anatómicas que não possuem as características convenientes para o efeito. Por exemplo, a utilização de tesouras provoca, frequentemente, nevrites do polegar. Na posição de sentada, os tecidos da região do cotovelo e antebraço também estão, frequentemente, sujeitos a pressões locais ao suportarem o peso do tronco sobre o plano de trabalho. Também na posição de sentado, o local anatómico de passagem do nervo cubital, ao nível do cotovelo, estando flectido a cerca de 90° e apoiado sobre a sua superfície horizontal, é facilmente comprimido, podendo dar origem a lesão do referido nervo cubital.

### **1.2.2. Forças e Carga musculo-esquelética**

As forças de impacto, como as produzidas durante a utilização da zona palmar da mão se de um martelo se tratasse, podem provocar lesões vasculares como o síndrome hipotenar do martelo (Stard; Thompson, 1985).

As contracções excêntricas, frequentemente, dão origem a lesões musculares (Eduards, 1988; Armstrong [et al], 1993). É o caso dos madeireiros durante a utilização do machado no corte das árvores. A força desencadeada e a paragem brusca do machado no limite articular produz o alongamento de alguns músculos com as lesões consequentes (Eduards, 1988; Armstrong [et al], 1993).

A carga musculo-esquelética pode ser definida como a carga mecânica que se exerce sobre os tecidos do sistema musculo-esquelético (Hagberg [et al], 1995).

Pode ser constituída por uma tensão (ex: a tensão bicipital), por uma pressão (ex: pressão intramuscular no canal cárpico), por uma fricção (ex: a fricção do tendão na bainha sinovial) e por uma irritação (ex: a irritação de um nervo).

As características de carga musculo-esquelética não são bem claras, de acordo com Winkel e Westgard. Por um lado existem diferenças conceptuais entre os investigadores e por outro existem dificuldades técnicas e logísticas de recolha de informação.

Apesar de ser um conceito simples a força, amplitude ou intensidade da carga musculo-esquelética, surgem definidos na literatura de diferentes formas. As mais frequentes são:

- Em primeiro lugar, a carga externa (ex: peso elevado) e a carga interna aplicada sobre uma zona corporal (ex: força muscular);
- Em segundo lugar a intensidade da força, que pode ser calculada e apresentada como um valor absoluto, em Newton ou em Kilograma, ou em percentagem da capacidade individual referindo-se, normalmente, à razão existente com a Contração Máxima Voluntária (CMV).

É essencial fazer a distinção entre o peso do objecto manipulado e a força necessária para a sua manipulação. Efectivamente, nas normas existentes e mais frequentemente utilizadas, recomenda-se, com o objectivo de prevenir as lesões, que não se considere unicamente o peso do objecto manipulado ou a força limite, na avaliação do risco de LMELT (Snook; Ciriello, 1991; NIOSH, 1981).

É necessário considerar o ambiente de trabalho, a repetitividade (e a frequência), a cadência, a especificidade de cada posto de trabalho e de cada trabalhador.

O risco de LMELT existe e para o definir é necessário considerar a reacção espacial do peso relativamente ao objecto manipulado e reconhecer que esta relação influencia as exigências energéticas e de força colocadas pela tarefa.

No caso do membro superior o tipo de prensão assume especial relevo (Chao [et al], 1976), bem como o coeficiente de fricção (Buchholz [et al], 1988), visto influenciarem as exigências necessárias na aplicação de força sobre um objecto.

Outro aspecto é a repetitividade. Se a variação temporal de todos os factores de risco é importante, então é fundamental, no caso da carga musculo-esquelética.

O termo repetitividade é utilizado para designar uma variação no tempo, todavia ainda não é totalmente definido e até, por vezes, mal empregue. A repetitividade de uma tarefa deve ser definida como a utilização cíclica dos mesmos tecidos, seja num movimento repetitivo, seja num esforço muscular repetitivo ou no movimento.

Na avaliação da repetitividade devem ser observados três aspectos: o músculo ou a articulação da zona anatómica de interesse, a duração do ciclo de trabalho e o número de movimentos por minuto (frequência).

A duração da carga musculo-esquelética é outro factor fundamental, na avaliação de um posto de trabalho. O número de horas diário de trabalho pode ser considerado como um factor de risco de LMELT, bem como pode ser associado à repetitividade. A latência das LMELT varia de alguns dias até anos (Castorina [et al], 1990) e a duração da exposição apresenta grande interesse, de tal modo que numerosos autores a têm estudado (Knave [et al], 1985; Rossignol [et al], 1987; Grieco [et al], 1989; Hagg [et al], 1990; Hagg [et al], 1990; Kamwendo [et al], 1991).

Múltiplos factores influenciam a carga musculo-esquelética, agravam ou facilitam a actividade de trabalho, como por exemplo, o tipo de prensão, a postura do punho, o diâmetro do objecto a manusear, a utilização de luvas e o modo operativo.

Relativamente ao membro superior, a mão, os objectos e o envolvimento interagem de diversas formas. Diferentes aproximações e forma de agarrar são necessárias para nos adaptarmos às numerosas formas e dimensões de objectos manipulados. Por exemplo, o

agarrar um objecto com os dedos, exige uma força cinco vezes superior ao agarrar com a mão (Chao [et al], 1976).

Os diferentes modos de agarrar representam diferentes tipos de forças aplicadas e existem indicações de uma associação entre estas forças e o aparecimento de LMELT (Putz-Anderson [et al], 1986).

As posturas neutras do pulso permitem a aplicação máxima de força (Eastman Kodak Company, 1983), todavia o efeito da postura do pulso relativamente às outras possibilidades de movimento da mão/pulso não está completamente definido.

A força exercida pelo trabalhador é um factor de risco no local de trabalho e a postura do pulso é um elemento que aumenta a necessidade de esforço quando é necessário exercer uma determinada força. Assim, dependendo da postura do pulso, os níveis de CMV são diferentes, logo uma necessidade de determinada força aumenta com a postura não neutra. Consequentemente, a postura do pulso, durante a aplicação de força, determina a presença de fadiga, que é tanto mais precoce quanto maior for o ângulo existente entre a mão e o pulso com o antebraço. Assim, a postura do pulso deve ser considerada como um importante elemento nas LMELT (Hagberg [et al], 1995).

Também o diâmetro do objecto manipulado é relevante na aplicação de força. É um elemento que, tal como a postura do pulso, pode influenciar a força necessária para manipular um objecto. Pode, mesmo, aumentar o esforço necessário para aplicar uma determinada força e consequentemente determinar a instalação da fadiga precoce, bem como o desenvolvimento de LMELT.

A utilização de luvas é vulgar em tarefas com determinadas características, como na manipulação do vidro, na manipulação de objectos com arestas vivas, nas situações ambientais extremas, nomeadamente ambientes frios ou quentes, e na presença de substâncias químicas, corrosivas, ou irritantes...

Diversos autores sugerem que a utilização de luvas é um elemento importante no desencadeador de LMELT, nomeadamente pela diminuição da força máxima de preensão da mão, que provocam (Vincent; Tipton, 1988).

### **1.2.3. Vibrações**

A exposição regular a vibrações transmitidas às mãos e braços pode aumentar o risco de desenvolvimento de doenças crónicas, conhecidas por Síndrome da Vibração Mão-Braço.

O risco está presente desde o momento em que se utilize uma máquina, ferramenta, ou equipamento que produz vibrações.

Os primeiros sintomas podem aparecer ao fim de alguns meses ou em algumas circunstâncias podem demorar anos, dependendo do indivíduo e da magnitude da vibração aplicada à mão.

Os sintomas mais frequentes são o desconforto localizado nos dedos, mãos e articulações, traduzido por adormecimento, formigueiro e problemas funcionais.

As consequências esperadas são:

- Incapacidade sensitiva ao tacto e às sensações de frio e calor
- Redução da destreza manual e da força durante a pega
- Inchaço dos dedos
- Dores nas mãos e nos braços.

A longo prazo as lesões relacionadas com as vibrações poderão tornar-se irreversíveis. O síndrome da vibração mão-braço, pode envolver lesões ao nível venoso – quer nas mãos quer nos dedos (dedos brancos), do sistema nervoso periférico, tendões, músculos, ossos e articulações das mãos e dedos.

#### 1.2.3. 1. Legislação

A Directiva Europeia nº 89/391, relativa à segurança e saúde dos trabalhadores, obriga a entidade empregadora a:

- Evitar os riscos eliminando as vibrações sempre que possível
- Implementar meios de protecção que reduzam ou eliminem o risco
- Avaliar os riscos para a saúde e monitorizar os mesmos
- Informar os operadores dos riscos e planear formação centrada nos aspectos da prevenção
- Assegurar a vigilância da saúde onde ainda existam riscos

#### 1.2.3. 2. Estimar a exposição

O risco depende do tipo de vibração e da duração da exposição. A norma ISO 5349 considera que uma exposição de aproximadamente  $2,5\text{m/s}^2$  durante 8 horas está relacionada com o desenvolvimento dos “Dedos Brancos” em cerca de 10% dos indivíduos para um período de 12 anos. A mesma proporção será atingida para uma exposição de  $5\text{m/s}^2$  (2 vezes mais) por um período de 2 horas /dia (4 vezes mesmo) para o mesmo intervalo de 12 anos.



## 2. METODOLOGIA

A exposição aos factores de risco físicos associados ao desenvolvimento das lesões musculoesqueléticas ligadas ao trabalho (LMELT), tem sido objecto de avaliação através dos mais diversos métodos, incluindo técnicas de observação que utilizam desde o mais simples dos recursos (lápiz e papel), até outras mais evoluídas, que utilizam o vídeo ou mesmo o computador.

Na opinião de alguns investigadores, por enquanto, ainda não está disponível um método analítico eficiente para a redução e quantificação da exposição física (Radwin et al., 1994). No entanto, têm sido desenvolvidos métodos de observação para análise postural e de movimentos, como por exemplo o RULA (McAtamney and Corlett, 1993), que na sua generalidade requerem bastante tempo e um trabalho intensivo (Wiktorin et al., 1995).

A maioria dos métodos/ferramentas para avaliação da exposição envolve duas qualidades (normalmente contraditórias): precisão e generalização (Winkel and Mathiasson, 1994). A elevada generalização num método de observação, é normalmente compensada por uma baixa sensibilidade. Por exemplo, o OWAS (Karhu et al., 1977) tem tido uma ampla aplicação, mas os resultados são de um detalhe muito baixo. Em contraste, o método NIOSH (Waters et al., 1993) exige informações precisas sobre parâmetros muito particulares da postura, fornecendo uma precisão elevada acerca dos índices definidos, mas não disponibiliza nenhuma informação de carácter generalista acerca da tarefa.

Mais recentemente, Colombini et al. (1998) prepararam um documento de consenso, em colaboração com o grupo representativo da *International Ergonomics Association* para as lesões músculo-esqueléticas. Esse documento disponibiliza uma listagem de *checklists* e uma pesquisa de modelos para a descrição e avaliação de cada um dos principais factores de risco. Estes autores propõem um método para avaliação da exposição que tem em consideração factores de risco como a repetitividade (frequência de acções), força, posturas penosas e movimentos, tempo de recuperação, bem como uma série de factores complementares, como por exemplo tarefas de alta precisão, vibrações, compressão localizada, movimentos rápidos do tipo martelada ou chave inglesa. O modelo em causa é conhecido por OCRA (*Occupational Repetitive Actions*) sendo um modelo analítico composto por dois instrumentos: (1) *Checklist* e (2) OCRA índice.

A *Checklist* descreve o posto de trabalho e estima o seu risco intrínseco. Este procedimento torna possível determinar quais os postos de trabalho que apresentam risco devido às suas características estruturais intrínsecas, mas não o índice de

exposição para cada operador em função da análise da sua actividade, avaliação que é realizada à posteriori através do OCRA índice.

A aplicação da *Checklist* apresenta a vantagem de ser bastante rápida em comparação com o tempo de análise necessário para desenvolver a avaliação do risco pelo OCRA índice. O sistema de análise proposto prevê a escolha de “scores” pré-determinados (cujo valor aumenta à medida que aumenta o risco) para cada um dos 4 principais factores de risco (períodos de recuperação, frequência, força e postura) e para os factores adicionais. O somatório dos valores parciais obtidos desta forma resulta num valor que permite estimar o nível de risco.

Em média o tempo de aplicação da *Checklist*, por um analista experiente, ronda os 15-20 minutos, enquanto que a avaliação pelo OCRA índice requer, para um ciclo de 30 segundos, cerca de 3 horas.

O índice OCRA baseia-se em 3 premissas:

- Necessidade de integração da avaliação dos principais factores de risco, usando métodos simplificados de quantificação;
- Interesse em desenvolver um “modelo” de índice conciso
- Uma acção técnica é a unidade de avaliação para os movimentos e esforços repetitivos dos membros superiores.

O OCRA índice disponibiliza o seguinte conjunto de informações:

- Exposição do operador aos factores de risco durante a realização de uma ou mais tarefas;
- Factores que mais influenciam o índice de exposição;
- Critérios para a concepção dos postos de trabalho;
- Previsão da incidência de novos casos de lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho de acordo com os índices de risco encontrados.

Este modelo de avaliação e descrição das tarefas que têm um potencial de sobrecarga biomecânica para os membros superiores é baseado na identificação e quantificação dos mesmos factores de risco. Outros factores adicionais devem ser acrescentados a estes, que deverão ser considerados como potenciadores do actual risco (vibrações, velocidade e aceleração do movimento, precisão, etc.).

Cada factor de risco é descrito e classificado, significando que, por um lado, se detalha isoladamente cada acção e, por outro, se consideram todos os factores que contribuem para a “exposição total” num quadro geral e integrado.

Um dos indicadores mais importantes do OCRA índice é o que resulta da razão entre o número de acção técnicas **efectivamente realizadas** durante um turno e o número de acções técnicas **recomendadas**. Estas últimas são encontradas através da ponderação de

cada um dos factores de risco já referidos e presentes na tarefa analisada, em consequência da frequência com que cada um ocorre. No quadro seguinte apresentam-se os vários níveis de classificação do risco propostos por este método.

Quadro 1 - Critérios de classificação do OCRA índice

Côr	Valores de OCRA	Nível de Risco	Consequências
Verde	$\leq 1$	<b>SEM RISCO</b>	Sem consequências previsíveis
Amarelo	[1.1, 2]	<b>RISCO BAIXO</b> Prevalência de LMELT igual a um grupo de controlo sem exposição a tarefas repetitivas	Sem consequências previsíveis
Laranja	[2.1, 3.9]	<b>RISCO MÉDIO</b> Aumento da prevalência de LMELT até 3 vezes mais	Aconselhável: <ul style="list-style-type: none"> <li>realizar vigilância dos indicadores de saúde;</li> <li>programar acções para melhorar as condições de exposição (especialmente para os níveis mais elevados)</li> </ul>
Vermelho	$\geq 4$	<b>RISCO ELEVADO</b> Quanto mais elevado o índice, maior o risco.	Redefinição das tarefas (método) Reconcepção dos postos de trabalho Vigilância dos indicadores de saúde Formação e informação dos operadores expostos

Teoricamente o índice de exposição  $\leq 2$  significa que a tarefa apresenta condições aceitáveis. Índices  $> 2$  e  $\leq 4$  traduzem tarefas onde a exposição aos factores de risco poderão representar a probabilidade de efeitos ao nível da saúde. Finalmente, os índices de exposição OCRA  $> 4$ , são considerados como preditivos de uma ocorrência elevada de lesão específica no grupo de trabalhadores expostos.

Nos quadros 2 e 3 são apresentados, respectivamente, os valores para a prevalência e incidência de lesões músculo-esqueléticas em função da classificação do OCRA índice.

Quadro 2 - Prevalência de lesões músculo-esqueléticas em função da classificação obtida através do OCRA índice

Valor OCRA	Prevalência* de lesões músculo-esqueléticas (%)		
	Mínimo	Central	Máximo
1	3.2	4.2	5.2
2	6.4	8.4	10.4
4	12.8	16.8	20.8
8	21.6	33.6	41.6

\* Os valores traduzem a percentagem cumulativa de casos, numa base de cálculo de 10 anos de exposição.

Quadro 3 - Incidência anual de lesões músculo-esqueléticas em função da classificação do OCRA índice

Valor OCRA	Incidência anual de novos casos de lesões músculo-esqueléticas (%)		
	Mínimo	Central	Máximo
1	0.242	<b>0.336</b>	0.431
2	0.48	<b>0.672</b>	0.86
4	0.97	<b>1.34</b>	1.72
8	1.94	<b>2.69</b>	3.45

### 2.1. RELAÇÃO ENTRE MTM –1 & OCRA

A principal responsabilidade dos técnicos que definem os métodos de trabalho, é assegurar que o método proposto é desenvolvido de acordo com condições correctas de execução e respeitando os critérios ergonómicos. A função do analista de métodos e tempos inclui, assim, o planeamento do processo produtivo, a organização do trabalho, do *man power* e do posto de trabalho, verificar e monitorizar a eficiência e os factores de produtividade bem como garantir a melhoria contínua do processo. Outra responsabilidade vital é fornecer a base (tempo) que serve os objectivos de rentabilização da produção industrial.

Em conjunto com o ergonomista o analista de métodos e tempos deve, portanto, definir o melhor método e conceber o posto de trabalho. O objectivo é desenvolver uma perspectiva de trabalho interdisciplinar, ao nível da engenharia industrial, que também respeite os critérios ergonómicos, além de factores como a produtividade e qualidade. O melhor **método** inclui a especificação das tarefas (determinando os tempos de ciclo) o estudo das técnicas para a sua realização, balancear e atribuir uma sequência lógica para as estações de trabalho, e decidir relativamente às pausas e planos de rotação. Por sua vez, a **concepção dos postos de trabalho** inclui a definição do *layout* da estação de trabalho e da linha de produção, as ferramentas que são utilizadas, a organização dos fluxos de material e monitorização dos factores ambientais que envolvem o posto de trabalho (iluminação, ruído, temperatura, humidade, substâncias perigosas...).

Os instrumentos para a realização de análises de risco devem fornecer sugestões práticas e concretas de como evitar os problemas, identificados à priori pelas análises ergonómicas, de forma a que o analista deixe de ser entendido como uma fonte de problemas e passe a ser o especialista de prevenção de problemas.

Quando concebem ou re-concebem um posto ou uma tarefa, o analista de métodos e o ergonomista não podem dispensar a contribuição dos operadores, uma vez que são estes que detém o conhecimento mais concreto da situação em causa e é sobre eles que se evidenciam os benefícios esperados.

Se os “*sistema de tempos pré-determinados*”, como é exemplo o MTM-1, é a condição necessária para a definição do melhor método de trabalho, então o OCRA índice constitui, actualmente, um dos melhores métodos de avaliação da exposição dos membros superiores aos movimentos e esforços repetitivos.

Quadro 4 – Comparação das principais etapas dos métodos MTM-1 e OCRA índice

MTM-1	OCRA
“ <i>Basic Motion</i> ”	Ação Técnica
Identificar a sequência dos “ <i>movimentos básicos</i> ” para o ciclo	Identificar o nº de acções técnicas
Associar o valor de tempo (TMU) para cada “ <i>basic motion</i> ”	Estimar a carga biomecânica através da classificação da postura do membro superior em cada acção técnica
	Ignora acções visuais e acções que envolvem outros segmentos corporais
A distância, peso, força, precisão e dimensão influenciam o tempo a atribuir	Frequência, postura, força e elementos adicionais são os factores que influenciam o tempo de execução da tarefa
	Análise de cada factor de risco, e posterior análise de todas as combinações possíveis
	Identificação de elementos críticos
<b>MELHOR MÉTODO</b>	

Durante o desenvolvimento desta técnica de análise foram tidos em consideração os pressupostos que deram origem ao MTM-1, designadamente através da relação entre a identificação do número de acções técnicas a avaliar e os “*movimentos básicos*” que

constituem a análise MTM-1. No entanto enquanto que nos *sistema de tempos pré-determinados* se atribui um valor de tempo para um conjunto de acções manuais, no OCRA a avaliação tem início na identificação do número de acções técnicas desenvolvidas num determinado período de tempo. No **quadro 4** são reproduzidas as principais etapas de cada um dos métodos. Na perspectiva interdisciplinar anteriormente descrita, o melhor método resultará da integração dos contributos do MTM e do OCRA que apresentam algum nível de correspondência entre as suas etapas