

## **ANÁLISE ERGONÔMICA E BIOMECÂNICA DIRECIONADA À GESTÃO DO TRABALHO DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA PÚBLICA**

Elton Moura NICKEL<sup>1</sup>, Antônio Renato Pereira MORO<sup>2</sup>, Eugenio Andrés Díaz MERINO<sup>2</sup>, Fernando Antonio FORCELLINI<sup>2</sup> e Marcelo Gitirana GOMES FERREIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina

### **SUMÁRIO**

*Este artigo apresenta resultados referentes a uma Análise Ergonômica do Trabalho realizada com varredores de rua da cidade de Florianópolis/SC, Brasil. o Protocolo RULA, de McAtamney & Corlett (1993), bem como o estudo das Propriedades Inerciais do Corpo, de Riehle (1979), foram utilizados como ferramentas de análise ergonômica e biomecânica, com vistas a subsidiar propostas de melhorias para a gestão do posto de trabalho analisado.*

### **PALAVRAS-CHAVE**

*Análise ergonômica do trabalho, Biomecânica, Manutenção e limpeza pública.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Este artigo descreve parte dos procedimentos realizados durante as fases relativas à Análise Ergonômica do Trabalho (AET) aplicada ao posto de trabalho de varredores de rua, responsáveis pela manutenção e limpeza pública urbana na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Para tanto, foram escolhidos dois profissionais do sexo feminino, jovens, para a realização da análise em uma avenida movimentada da cidade. De modo geral, “os resultados de uma AET devem conduzir e orientar modificações para melhorar as condições de trabalho sobre os pontos críticos que foram evidenciados” (MERINO, 2008, p. 58). Sendo assim, o objetivo da AET apresentada neste artigo é o de melhorar a produtividade e a qualidade do serviço prestado pelos profissionais analisados.

As principais fases abordadas nesta pesquisa, para a realização da AET, são as fases de Análise da Demanda, Análise da Tarefa e Análise das Atividades. Como apoio à sistematização do estudo, ferramentas consagradas de análise foram utilizadas. Neste artigo se delimita a apresentação do uso de duas dessas ferramentas: o Protocolo RULA (McATAMNEY & CORLETT, 1993) e o estudo das Propriedades Inerciais do Corpo (RIEHLE, 1979). Ao fim da análise, são apresentadas as recomendações para a melhoria do posto de trabalho. Conforme destacado por Merino (2008), esta fase de elaboração de recomendações é a razão de ser da AET.

### **2. O MÉTODO**

### **2.3 Análise da Demanda**

Em uma AET, a fase de Análise da Demanda é a definição do “objeto da ação ergonômica, reformulando os problemas colocados a partir da atividade concreta do trabalho” e “deve contribuir para a implantação das condições de confrontação dos pontos de vista”. (GUÉRIN *et. al.*, 2001, p. 40-42). Desse modo, esclarece-se que o problema a ser analisado envolve o posto de trabalho dos varredores de rua, ou ‘garis’, como são registrados em sua carteira de trabalho.

Vasconcelos (2008) destaca que a relevância da profissão dos garis no quadro urbano contemporâneo nem sempre tem sido correspondida com análises do trabalho ou estudos relacionados à saúde do trabalhador e que sua carga de trabalho aumenta com o crescimento populacional das cidades. Sendo assim, tais profissionais precisam responder aos diferentes interesses envolvidos, como os das empresas contratantes, das comunidades beneficiadas com os seus trabalhos e dos próprios trabalhadores. “Para atingir tais objetivos, os trabalhadores precisam lidar com diferentes exigências de tempo, qualidade e segurança, desenvolvendo estratégias e regulações a fim de manter sua carga de trabalho aceitável” (VASCONCELOS, 2008, p. 51).

Desse modo, este artigo também reforça a percepção da relevância dos postos de trabalho relacionados à limpeza pública. De tal modo que o trabalho foi registrado através de cinematria, nas ruas da cidade de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, com a participação dos profissionais de uma empresa responsável pela manutenção e limpeza pública da cidade. Todas as pessoas abordadas concordaram em cooperar com este estudo. Constatou-se, em um primeiro momento, que os profissionais observados para a realização da análise manifestavam queixas de dores nos braços, antebraços e mãos.

### **2.2 Análise da Tarefa**

A fase de Análise da Tarefa “corresponde, em primeiro lugar, a um conjunto de objetivos dado aos operadores, e a um conjunto de prescrições definidas externamente para atingir esses objetivos particulares”. (GUÉRIN *et. al.*, 2001, p. 25). Nesta fase da análise é que foram aplicadas as ferramentas e conceitos provenientes das áreas de Ergonomia e Biomecânica Ocupacional.

Conforme já esclarecido, os profissionais escolhidos para a realização da análise são do sexo feminino, jovens, e realizavam seu trabalho em uma avenida movimentada da cidade de Florianópolis. Em função de exercerem a tarefa em duplas, aspectos relativos às duas profissionais são contempladas neste artigo, também pelo fato de realizarem procedimentos, ou ações, diferentes. O principal motivo para a escolha de trabalhadores do sexo feminino para a análise é que o maior número de vagas de emprego abertas para essa função refere-se ao recrutamento e seleção de mulheres. Em relação à vestimenta, a empresa oferece uniforme, boné e luvas aos empregados. Em relação aos instrumentos de trabalho, o material fornecido trata-se de uma vassoura grande de madeira maciça, pá metálica e carrinho para armazenamento dos resíduos, de aproximadamente um metro de altura, com caçamba e rodas fabricadas em polímero.

Com base nas ações realizadas pelas trabalhadoras em seu posto de trabalho, é possível obter dados referentes às exigências físicas da tarefa analisada. Como as ações realizadas diferem entre elas, optou-se pela utilização de diferentes ferramentas em diferentes situações posturais, que pudessem gerar informações relevantes para a compreensão da realidade do trabalho executado e, ainda, que fossem apropriadas para a análise de cada uma das imagens capturadas. Portanto, o Protocolo RULA, de McAtamney e Corlett (1993), foi aplicado à funcionária 1 durante o ato de varrer, propriamente dito, e o estudo das Propriedades Inerciais do Corpo, de Riehle (1979), foi

aplicado à funcionária 2, durante o recolhimento dos resíduos. Para a primeira aplicação, as imagens capturadas apresentadas na Figura 1 serviram de parâmetro para a identificação das exigências físicas sobre os segmentos corporais durante o ato de varrer.



Figura 1 - Imagens capturadas da funcionária 1 para análise ergonômica

Com base nas imagens, portanto, foi aplicado o método RULA, sigla que, em Português, significa 'Avaliação Rápida da Postura dos Membros Superiores'. Segundo os autores do RULA, ele se trata de um método de estudo ergonômico desenvolvido para uso em investigação de locais de trabalho onde distúrbios relacionados com o trabalho dos membros superiores são relatados. Destaca-se que o posto de trabalho analisado neste artigo se enquadra nesta definição, especialmente a ação de varrer. A ferramenta proporciona uma avaliação rápida das posturas do pescoço, tronco e membros superiores, juntamente com a função muscular e as cargas externas experimentadas pelo corpo (McATAMNEY e CORLETT, 1993).

Utilizou-se o sistema de codificação do RULA para gerar uma lista de ação que indica o nível de intervenção necessária para reduzir os riscos de prejuízo devido à carga física sobre a funcionária analisada. O sistema gerou uma pontuação final igual a 6 (seis) para o trabalho analisado, determinando uma ação de nível 3 (dentre 4 níveis), pois um escore de 5 ou 6 indica que uma investigação deve ser realizada e são necessárias mudanças em breve para este posto de trabalho (McATAMNEY e CORLETT, 1993, p. 96). Vale destacar que Signori, Guimarães e Sampedro (2004), ao analisar a aplicabilidade e a fidedignidade de nove instrumentos utilizados por ergonomistas na avaliação e classificação dos riscos de ocorrência dos D.O.R.T./L.E.R., o instrumento que apresentou a menor variação de resultados na análise geral do posto foi o Protocolo Rula. Evidentemente, a ferramenta por si só não basta para uma completa análise ergonômica. Antes, seu objetivo é o de uma investigação inicial.

Antes de apresentar dados complementares referentes à análise da tarefa realizada pela funcionária 2, torna-se necessário relacionar os eixos articulares relativos aos segmentos corporais analisados nesse caso, conforme apresentados por Riehle (1979). As informações contidas no trabalho de Riehle (1979) são importantes para a localização dos pontos na imagem capturada referente ao trabalho realizado pela segunda funcionária. Contudo, além da localização dos eixos articulares, é necessária a determinação do centro de massa de cada segmento corporal, a fim de se obter o centro de gravidade da trabalhadora em situações específicas. Para que isso pudesse ser realizado, pesquisaram-se dados relativos às propriedades inerciais, contemplando cada segmento, seu centro de massa a partir do raio proximal, sua porcentagem de peso em relação ao organismo e sua respectiva razão. Os dados estão relacionados na Tabela 1.

Segmento	CM – raio proximal	Peso (%)	Razão
Cabeça	-	7,8	-
Tronco	44%	51	0,786
Braço	43%	2,7 (x2)	0,754
Antebraço + mão	64%	2,2 (x2)	1,778
Coxa	43,3%	9,7 (x2)	0,764
Perna + pé	61%	6 (x2)	1,564

Tabela 1 - Propriedades Inerciais do corpo humano (RIEHLE, 1979)

Com esses dados, a partir da localização de cada ponto nas coordenadas espaciais X e Y, referentes a uma postura específica da funcionária analisada, pôde-se localizar, portanto, os centros de massa de cada segmento corporal. Por fim, o centro de gravidade do sujeito analisado pôde ser obtido através da aplicação da seguinte equação:

$$CG = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Torques}}{\text{peso}}$$

Para este estudo, os dados foram calculados com o auxílio de uma planilha, onde os dados referentes à localização espacial dos eixos articulares são preenchidos, gerando os centros de massa de cada segmento e, conseqüentemente, o centro de gravidade da trabalhadora na postura analisada. A Planilha construída, seus dados e uma das posturas analisadas em imagem capturada podem ser visualizados na Figura 2. Na imagem, os pontos amarelos se referem aos eixos articulares, os pontos alaranjados se referem aos centros de massa de cada segmento corporal e o ponto vermelho ao centro de gravidade dos membros do lado esquerdo do corpo.

PONTOS			Centro de gravidade	
X	Y	X	Y	
121,6	269,7	145,0	226,8	
133,2	252			
133,9	222,1			
128,2	203,3			
164	214,2			
146,1	171,4			
157,5	135,1			

  

SEGMENTO				Centro de massa	
CG (r. prox.)	Peso (%)	Razão	X	Y	
-	7,8	-	121,6	269,7	
44%	51	0,786	146,8	235,4	
43%	2,7	0,754	132,9	239,1	
64%	2,2	1,778	130,3	210,1	
43,3%	9,7	0,764	156,2	195,7	
61%	6	1,564	153,1	149,3	



Figura 2 - Planilha de cálculo das propriedades inerciais da segunda funcionária

Uma primeira conclusão obtida a partir do estudo realizado é a de que a trabalhadora em questão, ao executar o procedimento de recolher os resíduos, em constantes situações costuma projetar seu centro de gravidade em direção à via que, nesse caso, trata-se de uma avenida movimentada, correndo riscos de desequilíbrio. A imagem ainda evidencia a dificuldade de estabilização dos membros inferiores na beira do calçamento e a má postura adotada para fazer com que a pá alcance o lixo trazido com a vassoura. Constatou-se que ambas as funções exercidas pelas

trabalhadoras analisadas possuem pontos críticos, relacionados às exigências físicas do posto de trabalho, que merecem maior aprofundamento e ações para implementação de melhorias para o posto de trabalho em seus diversos aspectos.

### **2.3 Análise das Atividades**

Por fim, realiza-se em uma AET a fase de Análise das Atividades, a fim de obter informações mais específicas e encargos de recomendações ergonômicas com base no que o trabalhador realmente executa em seu posto. Dessa forma, a Análise das Atividades “é o que o trabalhador efetivamente realiza para executar a tarefa. É a análise do comportamento do homem no trabalho (trabalho real)” (MERINO, 2008, p. 58). As atividades efetivamente realizadas por cada uma das funcionárias são as seguintes:

▪ Funcionária 1:

1. Adianta o serviço por varrer pequenas áreas e acumular pequenas quantidades de resíduos para que a segunda funcionária recolha;
2. Transporta a vassoura manualmente até a próxima área a ser varrida, durante todo o trajeto.

▪ Funcionária 2:

1. Desloca-se até os pequenos aglomerados de resíduo, puxando o carrinho por trás do corpo, geralmente com o braço esquerdo, enquanto segura a vassoura com o braço direito;
2. Ao se aproximar do resíduo, posiciona o carrinho na calçada, retira a pá de dentro do carrinho e a posiciona próxima ao resíduo, enquanto o recolhe com a vassoura;
3. Ao colocar todo o lixo sobre a pá, o apóia com a vassoura, enquanto suspende os dois instrumentos até atingir o acesso do recipiente, localizado a um metro de altura, aproximadamente;
4. Finalmente, insere a pá novamente na caçamba e volta a transportar o carrinho até o próximo aglomerado de resíduos.

### **3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Além dos aspectos físicos exigidos pela profissão, já evidenciados neste artigo, constatou-se uma série de exigências mentais e sensoriais relacionadas ao trabalho dos varredores de rua. Algumas delas têm que ver com a concentração exigida para a correta realização do trabalho, como localizar corretamente a sujeita, limpar com eficiência e a atenção exigida com os inúmeros elementos existentes em seu ambiente de trabalho, como o trânsito constante de veículos e pedestres. Ao limpar os limites das calçadas e ao atravessar ruas, a concentração exigida para evitar acidentes é ainda maior. Além disso, o cuidado para que toda a região a ser varrida seja contemplada e que o próprio transporte do material seja realizado corretamente também foram evidenciados com exigências mentais e sensoriais relevantes para o estudo em questão. Destaca-se, ainda, o fato de a funcionária 2 transportar a vassoura suspensa em um dos membros superiores, enquanto realiza o deslocamento do carrinho com o outro. Muitos também são os aspectos críticos relacionados ao meio ambiente de trabalho, como a quantidade de ruído, riscos de acidentes de trânsito e lidar com as intempéries do tempo e com os obstáculos geográficos da cidade.

Com base no exposto, as recomendações ergonômicas resultantes da análise apresentada podem ser resumidas em duas principais, a saber: 1) Realizar rodízio das funções e; 2) Desenvolver o redesign do equipamento para a situação específica. Para o primeiro caso, com foco na organização do trabalho, a iniciativa de realizar um rodízio, ou revezamento, das funções entre as duas varredoras contribuirá para amenizar a carga e o esforço típico resultante de cada atividade

desempenhada. Ao realizar duas atividades distintas em intervalos menores, tal polivalência será benéfica para ambas as funcionárias no sentido de combater lesões causadas por esforço repetitivo e efeitos indesejados de estereotipia. Em relação à segunda recomendação, pode-se consultar uma proposta no artigo de Nickel *et. al.* (2009), no qual são listados os encargos resultantes desta análise ergonômica, visando o desenvolvimento de um novo equipamento de trabalho, mais adequado às exigências do posto de trabalho analisado. Em contrapartida, o enfoque deste artigo foi o de divulgar de maneira detalhada as etapas envolvidas na presente AET e a aplicação das duas ferramentas já apresentadas em circunstâncias posturais distintas.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa – com base nos conhecimentos específicos das áreas de Ergonomia e Biomecânica – fornece subsídios para a melhoria contínua da ergonomia física do posto de trabalho de varredores de rua da cidade de Florianópolis, com foco no estudo dos movimentos realizados pelo trabalhador. Os resultados da AET realizada conduziram e orientaram modificações para melhorar as condições de trabalho. Os pontos críticos foram evidenciados e, através das recomendações propostas, teve-se o objetivo de melhorar a produtividade e a qualidade do serviço prestado pelos trabalhadores analisados.

Ficou clara a contribuição fornecida por esta, ao diagnosticar e apresentar recomendações para o correto dimensionamento e organização do posto de trabalho de varredores de rua. Essas recomendações foram desde pequenos ajustes na estrutura organizacional em que se insere a profissão até a ênfase em aspectos ergonômicos relacionados à forma, dimensão, pegadas, pesos, materiais, e tudo o que privilegia a produtividade e qualidade do serviço e uso, principalmente a relação direta com o usuário.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [Guérin01] GUÉRIN, F. *et. al.* Compreender o trabalho para transformá-lo: A prática da Ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- [McAtamney93] McATAMNEY, L. e CORLETT, E. N. Rula: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. In: Applied Ergonomics. Vol. 24(2), p. 91-99: Butterworth-Heinemann, 1993.
- [Merino08] MERINO, E. Ergonomia. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina. 2008.
- [Nickel09] NICKEL, E. M. *et. al.* Ergonomia e Biomecânica como base no desenvolvimento de novos produtos: o caso do equipamento para recolhimento de resíduos urbanos. In: 9º ERGODESIGN - Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produto, Informações, Ambiente Construído e Transportes. Curitiba-PR: 2009.
- [Riehle79] RIEHLE, H. Die biomechanik der wirbel saule beim trampolinturmen. Sankt Augustin: Verlag Hans Richarz, 1979.
- [Signori04] SIGNORI, L. U.; GUIMARÃES, L. B. M. e SAMPEDRO, R. M. F. Análise dos instrumentos utilizados para a avaliação do risco da ocorrência dos D.O.R.T./L.E.R. In: *Produto e Produção*, vol. 7, n. 3, p. 51-62, out. 2004.
- [Vasconcelos08] VASCONCELOS, R. C. *et. al.* A estratégia de “redução” e a carga de trabalho dos coletores de lixo domiciliar de uma grande cidade: estudo de caso baseado na Análise Ergonômica do Trabalho. In: *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, 33 (117): p. 50-59, 2008.