

## **Análise ergonômica na Construção Civil: uma revisão de literatura**

**Juliano Prado Stradioto, UTFPR/Campus de Ponta Grossa**

**juliano.stradioto@gmail.com**

**Ariel Orlei Michaloski, UTFPR/Campus de Ponta Grossa**

**ariel@utfpr.edu.br**

*Resumo: A contribuição potencial da ação da ergonomia para a gestão dos riscos da saúde do trabalhador tem sido reconhecida. No entanto a realização deste potencial tem sido uma problemática. Os distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho (DORTs) têm sido a principal causa de lesões não fatais e afastamento na Construção Civil. Elas envolvem tensões repentinas ou contínuas e movimentos repetitivos no sistema músculo-esquelético de um colaborador. Neste contexto o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sistemática de literatura e identificar os fatores de riscos do agravamento dos distúrbios músculo-esqueléticos (DORTs) na Construção Civil e fornecer uma visão crítica das ferramentas de análise ergonômica em relação aos seus atributos de usabilidade, custos e limitações, além de discutir os dez principais artigos de maior relevância já publicados de acordo com a ferramenta de revisão sistemática, denominado Methodi Ordinatio, onde os artigos publicados são distribuídos em um ranking, de acordo com o seu JCR, número de citações e ano de publicação. Ao final o trabalho apresentou um aumento no uso e desenvolvimento de ferramentas de análise ergonômica com novas tecnologias de captação de movimento e imagem, assim como especificou os principais motivos de desenvolvimento das DORTs no setor.*

*Palavras-chave: Construção Civil; Sistemática; Distúrbios; Ergonomia.*

### **1. Introdução**

Diante de um panorama complexo na sociedade e no mundo corporativo onde fenômenos econômicos e sociais de abrangência mundial, são responsáveis pelas transformações do ambiente das empresas. A ergonomia é uma realidade que pode contribuir para compreender o trabalho para transformá-lo. Assim, a partir deste entendimento é possível que a ergonomia possa ser utilizada como valioso recurso estratégico para as empresas, impactando diretamente no aumento do potencial interno das mesmas (Nath et al. 2017).

Por outro lado, pesquisas como as de (Salas et al. 2016; Yuan et al. 2016; Eaves et al. 2016; West et al. 2016) entre outros, revelam que as ações ergonômicas são realizadas para identificar os fatores ergonômicos de risco que justifiquem o uso dos conhecimentos de ergonomia em várias áreas de trabalho, mas mesmo com todas as justificativas apresentadas nesses estudos à ergonomia ainda é pouco priorizada nas questões práticas de produção, qualidade e segurança do trabalho.

Neste sentido a execução das tarefas pelos operários da Construção Civil (CC), exige um grande esforço físico de várias partes do corpo, tais como: as articulações dos ombros, pescoço, costas e joelhos. Nessas situações, a postura adotada nas frentes de serviços é tal de maneira que essas articulações são forçadas por um longo período de tempo durante a jornada

semanal de trabalho, causando fadiga, lesões ou podendo levar essas pessoas a desenvolver deformações permanentes. Entre essas lesões, as lesões lombares e os distúrbios osteomusculares relacionado ao trabalho (DORT) são as lesões mais frequentes, as DORTs pode ser definido como as “lesões dos músculos, tendões, articulações nervos causados ou agravados pelo trabalho”. Essas lesões ocorrem principalmente em trabalhadores envolvidos no transporte de cargas pesadas, ajoelamento, estresse de contato, vibrações, temperaturas extremas e torção de mão e pulsos, atividades típicas da Construção Civil. (RAY; TEIZER, 2012).

Na Construção Civil há uma grande exigência física dos seus trabalhadores expondo-os a um número considerável de fatores de riscos músculo-esqueléticos como a repetição de movimentos, alta exigência física, postura inadequada e vibração. Podendo ocorrer uma perda significativa tanto para os trabalhadores quanto aos empregadores, é necessário encontrar maneiras efetivas para identificar e avaliar esses distúrbios (WANG; DAI; NING, 2015). Para colaborar com fatores ergonômicos de riscos já descritos, Padmanathan et al. (2016) em seu estudo sobre trabalhadores em linhas de transmissão, demonstrou que há fortes evidências sobre a associação dos fatores de riscos físicos e as tarefas do trabalho com o desenvolvimento dos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT), esse estudo indicou uma grande variedade de riscos físicos, tais como: postura estática, posturas arqueadas, força em excesso, vibração e temperatura, esses fatores podem ser associados as dores osteomusculares entre os trabalhadores da Construção Civil.

Ferramentas foram desenvolvidas nos últimos anos para avaliação dos riscos ergonômicos que os trabalhadores estão expostos, nas mais diversas áreas de atuação, especialmente na Construção Civil (CC), ferramentas já consagradas e que frequentemente são utilizadas pelos profissionais da Ergonomia para avaliar o risco ergonômico, especialmente nos membros superiores, onde ocorre a maior porcentagem dos distúrbios na CC, são: OCRA (*Occupational Repetitive Actions*), RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) e REBA (*Rapid Entire Body Assessment*), segundo Shanahan et al. (2013).

Neste contexto o objetivo é identificar os fatores de riscos do agravamento dos distúrbios músculo-esqueléticos (DORT) na CC e fornecer uma visão crítica das ferramentas já mencionadas em relação aos seus atributos de usabilidade, custos e limitações. Isto posto, devido as pesquisas já realizadas, em sua grande maioria, levam em consideração outros tipos de indústrias e também o setor terciário, tais como restaurantes, serviço hospitalar e outros de modo em geral, deixando uma lacuna na Construção Civil. O presente trabalho abre para possibilidades de futuras pesquisas na indústria da CC para melhorar a qualidade de vida dos colaboradores.

## **2. Distúrbios Músculo-esqueléticos e Lesões em Canteiros de Obras**

Lesões causados por distúrbios músculo-esqueléticos ligado ao trabalho gerados por grande esforço físico aliado a repetitividade, característica encontrada nos canteiros de obras, tem se tornado uma grande dor de cabeça para as construtoras, pois geram um grande absteísmo nas obras, causando um prejuízo financeiro as empresas com dispensas apoiadas em atestados médicos, além de gerar um aumento na rotatividade nos canteiros de obra. Distúrbios músculo-esqueléticos são um grupo de desordens dolorosas nos tecidos moles (músculos, tendões, nervos, articulações, cartilagens e ligamentos), [Canadian Centre for Occupational Health, and Safety (CCOHS) 2013].

No Quadro 01, podemos ter uma ideia do prejuízo que as DORTs, quando não prevenidas com a devida atenção, provoca aos trabalhadores e as empresas. Esses distúrbios e doenças obrigam os trabalhadores a permanecer por longos períodos longe do trabalho, aumentando o risco de problemas de saúde crônicos (RAY; TEIZER, 2012). Estatísticas no banco de dados do *Bureau of Labor Statistics* (BLS), entre 2011 – 2015, no setor da Construção Civil do EUA, mostra que a lesões/doenças que mais resultou em ausência foi a de mãos/pulso com 40,15%, seguido das lesões lombares com 29,50% e ombros com 20,47%, considerando somente membros superiores.

Quadro 01 – Número de lesões e doenças não fatais envolvendo dias fora do trabalho.

Ano	Lombar	Braços	PESCOÇO	Mãos/pulso	Ombros
2015	1710	670	90	2140	4300
2014	2470	400	310	3770	890
2013	2190	470	80	3540	810
2012	2500	1050	250	3150	1360
2011	3020	540	120	3580	890
<b>Total</b>	<b>11890</b>	<b>3130</b>	<b>850</b>	<b>16180</b>	<b>8250</b>
<b>%</b>	<b>29,50</b>	<b>7,77</b>	<b>2,11</b>	<b>40,15</b>	<b>20,47</b>

Fonte: Autor (2017).

No Brasil, os acidentes do trabalho registrados pelo Ministério do Trabalho, no período de 2013 – 2015 pelo Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho (último relatório divulgado até o momento), demonstra a grande quantidade de acidentes ocorridos devidos a Doenças do Trabalho, ou mais especificamente as DORTs, conforme demonstra o Quadro 02.

Quadro 02 – Relação de Acidentes do Trabalho por motivo de DORTs.

Setor	QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO								
	Total			Com CAT Registrada			Sem CAT Registrada		
				Motivo					
				DORTs					
2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	
Construção Civil	21.631	15.486	12.387	256	257	178	6.000	84	92
Indústria Automotiva	6881	3936	2429	988	754	420	1067	64	46

Fonte: Adaptado de AEAT (2015).

Comparando os dados da Construção Civil com a Indústria Automotiva, a CC ainda possui um número representativo de acidentes, mesmo tendo um número inferior de acidentes por Motivo de DORT com CAT registrada, porém, sem CAT registrada esse número volta a aumentar, devido à grande de quantidade de empresas pequenas no ramo e também ao baixo nível de instrução dos trabalhadores, não realizando o devido registro de seus sintomas.

### 3. Método

Para essa pesquisa foi usado a metodologia *Methodi Ordinatio* para a realização da bibliometria, onde foi realizado o levantamento das publicações mais relevantes do assunto. As dificuldades encontradas para a realização desta busca criaram a necessidade da elaboração de uma metodologia de revisão sistemática de literatura, assim foi desenvolvida a metodologia *Methodi Ordinatio*, desenvolvendo um ranking levando em conta o fator de impacto da revista, número de citações e ano de publicação (PAGANI et al. 2015), conforme processo esquematizado na Figura 01.

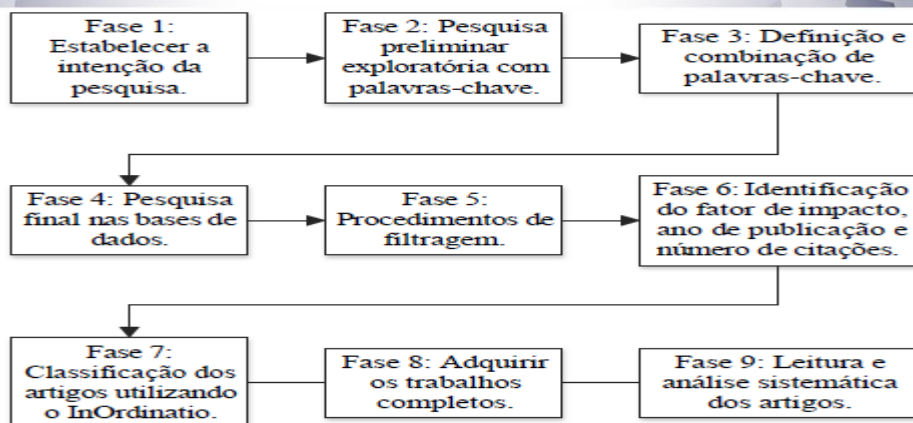


Figura 01 – Estrutura aplicada pelo Methodi Ordinatio. Fonte: Cotian (2017).

O Quadro 03 demonstra o resultado da aplicação do Método Ordinatio, com os principais artigos sobre Análise Ergonômica do Trabalho na CC e suas ferramentas de análise, ou seja, métodos observacionais e métodos baseados no uso de câmeras.

Quadro 03 – Resultados da busca pelo Método Ordinatio.

Autores	Título	Ano	Revista	Fi	InOrdin
Ray, S.J. and Teizer, J.	Real-time construction worker posture analysis for ergonomics training	2012	Advanced Engineering Informatics	2	107,002
Umer, W., Li, H., Szeto, G.P.Y. and Wong, A.Y.L.	Identification of Biomechanical Risk Factors for the Development of Lower-Back Disorders during Manual Rebar Tying	2017	Journal of Construction Engineering and Management	1,152	101,001
Golabchi, A., Han, S., Fayek, A.R. and Abourizk, S.	Stochastic Modeling for Assessment of Human Perception and Motion Sensing Errors in Ergonomic Analysis	2017	Journal of Computing in Civil Engineering	1,855	100,002
Nath, N.D., Akhavian, R. and Behzadan, A.H.	Ergonomic analysis of construction worker's body postures using wearable mobile sensors	2017	Applied Ergonomics	1,866	100,002
Akboğa, Ö. and Baradan, S.	Safety in ready mixed concrete industry: Descriptive analysis of injuries and development of preventive measures	2017	Industrial Health	1,057	100,001
Kincl, L.D., Anton, D., Hess, J.A. and Weeks, D.L.	Safety voice for ergonomics (SAVE) project: Protocol for a workplace cluster-randomized controlled trial to reduce musculoskeletal disorders in masonry apprentices	2016	BMC Public Health	2,209	90,0022
Yuan, L., Buchholz, B., Punnett, L. and Kriebel, D.	An integrated biomechanical modeling approach to the ergonomic evaluation of drywall installation	2016	Applied Ergonomics	1,713	90,0020
Maciukiewicz, J.M., Cudlip, A.C., Chopp-Hurley, J.N. and Dickerson, C.R.	Effects of overhead work configuration on muscle activity during a simulated drilling task	2016	Applied Ergonomics	1,866	90,0019
Salas, E.A., Vi, P., Reider, V.L. and Moore, A.E.	Factors affecting the risk of developing lower back musculoskeletal disorders (MSDs) in experienced and inexperienced rodworkers	2016	Applied Ergonomics	1,866	90,0017
Eaves, S., Gyi, D.E. and Gibb, A.G.F.	Building healthy construction workers: Their views on health, wellbeing and better workplace design	2016	Applied Ergonomics	1,866	90,0017

Fonte: autor (2017).

## 4. Discussão

### 4.1 Análise da postura do trabalhador em tempo real

Ray e Teizer (2012) realizaram um estudo sobre a análise da postura do trabalhador da Construção Civil realizada em tempo real, usando um conjunto de categorização pré-definido em atividades ergonômicas e não ergonômicas com o uso da câmera de alcance Kinect para a



coleta de informações, o estudo foi concentrado em atividades realizadas em ambientes fechados, pois as informações que a câmera de alcance geram nesse tipo de ambiente são mais confiáveis do que em condições externas. Para limitar o alcance da pesquisa, os autores limitaram a avaliação das atividades de levantamento de carga no solo e o trabalho no chão realizado com postura ajoelhada ou rastejante.

Segundo Ray e Teizer (2012) a metodologia demonstrada e os resultados e apresentam a possibilidade de desenvolver um sistema de monitoramento de ergonomia nos canteiros de obras, o que inclui a classificação das poses, estimação das posturas corretas, análise ergonômica e a visualização dos resultados.

O sistema desenvolvido demonstrou potencial para futuros estudos e pesquisas, pois classificou a postura do corpo usando um conjunto de regras pré-definidas para verificar se o trabalhador está mantendo uma postura correta ao executar o seu trabalho diário, o algoritmo desenvolvido mostrou-se ser de custo baixo e eficiente, indo de encontro as diretrizes que as empresas do setor buscam. Segundo Ray e Teizer (2012) este método apresenta a possibilidade de consolidar o treinamento dado aos trabalhadores e monitora-los em tempo real, com o objetivo de diminuir as lesões e o absenteísmo e aumentar a produtividade no canteiro de obras.

## **4.2 Fatores Biomecânicos de Riscos**

Umer et al. (2017) realizou um estudo sobre os fatores de riscos biomecânicos em ferreiros de estruturas de concreto da CC, pois há uma grande incidência de distúrbio musculoesqueléticos relacionado ao trabalho entre esses trabalhadores. Este tipo de trabalho repetitivo com o tronco severamente flexionado ao longo do dia, leva o trabalhador a desenvolver forças cumulativas ao longo dos anos, aumento o risco de desenvolver distúrbios na região lombar (Coenen et al. 2013; Marras et al. 2010; Seidler et al. 2001), as três posições consideradas neste trabalho são: a) curvando-se, b) de joelho apoiando em uma perna e c) agachado.

As análises basearam-se nas três posturas já mencionadas, em todas essas posições os trabalhadores apresentaram diminuição da temperatura corporal, transferência irregular de esforço entre a musculatura lombar e postura inadequada nas costas e joelhos o que aumenta o risco de distúrbios lombares, com os resultados dessa pesquisa os responsáveis por esse tipo de tarefa poderá dimensionar o horário de trabalho, com o objetivo de garantir a mudança regular dos trabalhadores nos seus postos para evitar o trabalho em uma postura estática prolongada e introduzir medidas ergonômicas corretivas no canteiro de obras. (Umer et al. 2017).

## **4.3 Detecção de erros na Análise Ergonômica na Construção Civil**

Golabchi et al. (2017) propôs um estudo de investigação sobre a confiabilidade dos métodos de análises ergonômicas, pois ainda não foi completamente investigado a forma de entrada dos dados das medições, como as informações de um observador humano ou as informações recolhidas pelos sensores de captura de movimento, pois em ambos podem conter erros de medição (por exemplo, erros de percepção humana e erros de detecção na estimativa de posturas humanas) que não são levadas em consideração durante a análise. O estudo realizado permitirá aos pesquisados da área da Construção compreender melhor os resultados encontrados nas análises, levando em conta os possíveis erros de observação e medição, e determinar a tolerância permitida através da modelagem estocástica.

Após a análise estocástica, Golabchi et al. (2017) observou uma discrepância dos dados recolhidos de forma observacional e por sensores de movimentos, uma discrepância considerável, levando a necessidade de ferramentas menos sensíveis à imprecisão e este estudo possibilita um melhor entendimento dos impactos dos insumos usadas durante a Análise Ergonômica na Construção devido ao ambiente desfavorável em um canteiro de obras.

#### 4.4 Análise Ergonômica com Sensores Móveis

Nath et al. (2017) propôs uma pesquisa com uma abordagem de custo baixo, seguindo uma tradição deste de indústria, que consiste no uso sensores implantados em smartphones no corpo dos trabalhadores, a montagem do dispositivo no trabalhador, com o objetivo de monitorar a postura corporal e identificar de forma autônoma possíveis riscos ergonômicos relacionado ao trabalho.

Todo o processo de extração dos dados nos smartphones até a seleção dos dados convenientes para análise, está exposto na Figura 02.

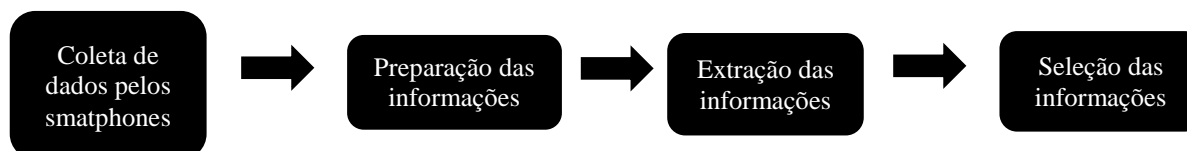


Figura 02 – Diagrama Esquemático do Processamento Geral de Dados. Fonte: adaptado de Nath et al. (2017).

Nath et al. (2017) concluiu, que a Construção Civil por ser uma atividade com alto grau de exigência física, os trabalhadores estão mais expostos das DORTs, a pesquisa com o uso de sensores em smartphones mostrou-se eficaz, baixo custo de aquisição, fácil manutenção e facilidade de uso. A pesquisa centrou-se na avaliação de posturas estranhas ao executar tarefas manuais já avaliadas de maneira observacional em outros estudos já realizados e os resultados encontrados usando a ferramenta baseada em sensores foi de encontro a esses resultados, mostrando que o uso de sensores pode ser usado de forma confiável para avaliar o nível de risco ergonômico associado a tarefa manual dos trabalhadores. O método pode ser usado em outras atividades como na indústria em geral, carpinteiros, soldadores, agricultura, área da saúde, etc.

#### 4.5 Modelagem biomecânica integrada na Avaliação Ergonômica

Yuan et al. (2016) propôs uma pesquisa com três diferentes metodologias: a amostragem do trabalho, simulação computacional e a modelagem biomecânica foram utilizadas de forma conjunta para a estudar as demandas físicas dos instaladores de drwall, PATH (*posture, activity, tools and handling*) um método baseado em amostragem de trabalho, foi usado para quantificar a porcentagem de tempo que os instaladores de drwall estavam conduzindo diferentes atividades com diferentes posturas do segmento do corpo (tronco, braço e perna), foi utilizado também a simulação Monte-Carlo para converter os dados PATH em variáveis contínuas para os modelos biomecânicos.

Foi utilizado sete atividades que representam uma típica atividade de instalação de drwall, a tarefa foi examinada nas seguintes etapas: 1) corte/medida; 2) levantamento das chapas; 3) carregamento; 4) espera; 5) aparafusamento; 6) transição das atividades e 7) outras etapas (Yuan et al. 2016).

Yuan et al. (2016) concluiu que o estudo conseguiu integrar de forma satisfatória a observação de amostragem de trabalho, simulação computacional e modelagem biomecânica para a avaliação da exposição ergonômica em uma instalação de drwall, os resultados da análise

demonstraram que tal integração pode fornecer uma visão aplicável do carregamento de carga durante o trabalho dos instaladores. O presente estudo apresenta uma complexidade considerável, pela necessidade de programação e desenvolvimento de softwares para o desenvolvimento do método proposto, mas o uso de sensores de movimento de baixo custo permitiu a medição correta com uma interferência mínima nos trabalhos, com os dados de entrada sendo medidos de forma conveniente e com precisão é possível que este método seja aplicado entre outras abordagens no futuro.

#### **4.6 Análise da Segurança do trabalho e desenvolvimentos de lesões na indústria de concreto**

A indústria de concreto usinado, é uma área pouco estudada nas pesquisas já desenvolvidas na Ergonomia, porém Akboga e Baradan (2016) desenvolveu um estudo abordando plantas de concreto usinado da Turquia e Holanda, levando em consideração a questão da segurança do trabalho, através de uma análise descritiva das lesões e o desenvolvimento de medidas preventivas.

Assim como a CC em geral, a fabricação de concreto usinado envolve muitos riscos aos trabalhadores, não somente o processo de fabricação do concreto, mas também durante a entrega a sua entrega nos canteiros de obras, as fontes destes riscos são geralmente derivadas a partir da falha do sistema de fabricação e entrega, equipamentos inadequados de segurança nos caminhões betoneiras e o carregamento inadequado do concreto nas plantas de fabricação, além disso, há um alto risco ergonômico para os trabalhadores durante o manuseio de materiais, transporte e fundição dos materiais (AKBOGA e BARADAN; 2016).

Como resultado dessa pesquisa Akboga e Baradan (2016) concluíram que a indústria de concreto deve consolidar seus departamentos de segurança e saúde ocupacional com informações estatísticas consolidadas sobre as suas atividades e não confiar unicamente na observação no local de trabalho, consolidar as práticas de treinamentos com o objetivo de reduzir a quantidade acidentes e doenças relacionadas ao trabalho.

#### **4.7 Redução de distúrbios osteomusculares em aprendizes de alvenaria**

Kincl et al. (2016) propôs um programa com o objetivo de integrar estratégias de prevenção a lesões e distúrbios osteomusculares e treinamento de segurança baseadas nas características da atividade de alvenaria, ensinando conceitos ergonômicos, resolução de problemas para a redução dos riscos de lesões músculo-esqueléticos, esse programa de treinamento chama-se SAVE (*Safety Voice for Ergonomics*).

Neste contexto, Kincl et al. (2016) propõe um programa de treinamento com um currículo integrado com os principais conceitos abordando a ergonomia na atividade de alvenaria e as melhores técnicas de segurança, pois o conhecimento e as habilidades que os aprendizes irão adquirir ao realizar esse programa de treinamento poderá ajuda-los ao longo de suas carreiras na minimização da exposição cumulativa que leva as lesões músculo-esqueléticas e liderar na formação de uma nova geração de trabalhadores mais pró-ativa a trabalhar com mais segurança, e a partir daí aperfeiçoar o treinamento ergonômico baseado em evidências e integrado com currículos de aprendizagem atual.

## 4.8 Sobrecarga de esforço em serviço de perfuração

Maciukiewicz et al. (2016), desenvolveu um estudo da influência dos vários parâmetros que estão presente na atividade de perfuração, de como eles influem, mesmo que de forma indireta, sobre as demandas musculares neste tipo de atividade, isto é, comparar a demandas musculares durante sobrecarga unilateral e bilateral durante a perfuração.

A conclusão desta pesquisa, após a aplicação das ferramentas escolhidas, sEMG (*Surface electromyographic*), isto é, aplicação de eletrodos de captura de movimentos nos corpos dos trabalhadores (24 participantes), Maciukiewicz et al. (2016) concluiu que as demandas musculares durante a atividade de perfuração, especialmente as demandas bilaterais geram mudanças não uniformes durante a atividade, especialmente na região lombar, sugere-se que esforços que compensam esse tipo de demanda sejam feitos pelos trabalhadores, aliado a uma postura adequada a atividade, passada por treinamentos específicos, além do uso de ferramentas ergonômicas apropriadas para esta atividade.

## 4.9 Desenvolvimento de distúrbios músculo-esqueléticos em ferreiros de lajes na Construção Civil

Salas et al. (2016) propôs um estudo na tentativa de criar melhores estratégias de treinamento na formação destes trabalhadores com o objetivo de reduzir a incidências de DORTs e também na identificação das diferenças de movimentos e demandas músculo-esqueléticas, entre aprendizes e trabalhadores experientes nesta função.

Salas et al. (2016) concluiu que os trabalhadores mais experientes, possuem técnicas de posturas durante o trabalho, que lhes possibilitam ficar em posições mais confortáveis (verticais), enquanto os aprendizes não possuem essas técnicas, levando-os ao um maior desgaste e por consequências, mais dor durante o dia de trabalho, ou seja, maior risco de surgimento de DORTs, sugere-se aos aprendizes e experientes que a tarefa de levantamento e transporte de vergalhões não seja feitos por eles, para assim ter mais tempo de descanso em posição vertical entre o fim e o início de cada atividade.

## 4.10 Formação de Trabalhadores da Construção

A CC é uma indústria de trabalhos manuais difíceis, onde lesões são suscetíveis, muitos trabalhadores deixam o setor mais cedo de vido a problemas de saúde ou por doenças músculo-esqueléticas (Arndt et al. 2005). Nessa perspectiva Eaves et al. (2016) desenvolveu um projeto para incentivar o envelhecimento saudável dos trabalhadores da CC, através da orientação para a indústria incentivar a geração de ideias, melhorar a comunicação e facilitar as práticas de trabalhos saudáveis.

Conforme Eaves et al. (2016), os colaboradores foram incentivados a discutir ideias para melhorar as suas condições de trabalho, e chegaram a cinco temas que seriam considerados bons comportamentos de trabalho: rotatividade nos postos de trabalho, melhores EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), uso de ferramentas ergonômicas, maior participação dos trabalhadores em assuntos relacionados à Segurança e Saúde Ocupacional e assuntos relacionados a demissão de trabalhadores.

Eaves et al. (2016) concluiu que a realização de atividades com os trabalhadores, ouvindo as suas críticas e recebendo as suas sugestões de melhorias, pode acrescentar significativas melhoras nos programas de treinamento das empresas, alcançando assim uma



melhora no ambiente de trabalho e um envelhecimento com qualidade de seus trabalhadores, diminuindo a possibilidade de surgimento de DORTs, durante a vida útil desses trabalhadores.

## 5. Considerações Finais

Os distúrbios musculoesqueléticos originados pelo trabalho da Construção Civil, nas suas diversas áreas, leva esse importante setor da economia a uma série de prejuízos e queda de produtividade em vários países, somado a falta de conhecimento de seus gestores e pela falta de vontade em investir em prevenção e treinamentos de seus funcionários, porém mesmo com todas essas dificuldades, a pesquisa mostrou o surgimento de novas ferramentas de análises, como o uso de sensores de movimentos e tecnologia 3D para uma melhor precisão na análise ergonômica nos canteiros de obras.

A realização de uma Revisão Sistemática de literatura abordando o tema das DORTs na Construção Civil foi de grande valia, pois infelizmente as DORTs, ou a Ergonomia como um todo, ainda não é levado com a seriedade necessária, tanto pelas construtoras/empreiteiras e também pela academia, priorizando as pesquisas para indústria metal mecânica ou a área da saúde, conforme a bibliometria realizada, porém nos últimos 5 anos, a pesquisa voltada para a Construção Civil está crescendo novamente e isso deixa uma esperança de uma maior qualidade de vida e um melhor ambiente de trabalho para os trabalhadores de uns dos carros chefes da economia em muitos países.

Esse trabalho deixa a perspectiva que a busca por novas ferramentas de análise ergonômica está crescendo, pela necessidade de informações mais precisas, tanto na Construção Civil como na indústria em geral, e deixa aberto o caminho para novas pesquisas na área da Construção, em área ou serviços ainda não pesquisados, como o trabalho em altura, instalações de gesso, carpintaria (trabalho envolvendo a confecção de formas), concretagem de estruturas, instalações hidráulicas, e outros serviços que necessitam de grande esforço físico e posturas incorretas durante o trabalho que levam os trabalhadores a se afastarem pelos mais diversos motivos.

## Referências

- AEAT, Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho. Ministério de Trabalho. 2015. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2017/05/aeat15.pdf>. Acesso em: maio 2017.
- AKBOĞA, Ö.; BARADAN, S. Safety in ready mixed concrete industry: Descriptive analysis of injuries and development of preventive measures. *Industrial Health*, vol. 55, n. 1, p. 54-66, 2017.
- ARNDT, V., ROTHENBACHER, D., DANIEL, U., ZSCHENDERLEIN, B., SCHUBERTH, S., BRENNER, H. Construction work and risk of occupational disability: a ten year follow up of 14 474 male workers. *Occupational & Environmental Medicine*, [s.l.], vol. 62, n. 8, p. 559-566, agosto 2005.
- BLS. Bureau of Labor and Statistics. US Dept. of Labor, Nonfatal Occupational Injuries and Illnesses Requiring Days Away From Work, 2015. Disponível em: <http://www.bls.gov/news.release/osh2.nr0.htm>. Acesso em: junho 2017.
- CCOHS. Canadian Centre for Occupational Health, and Safety. Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work. 2013.
- COENEN, P.; KINGMA, I., BOOT, C. R. L.; TWISK, J.W. R.; BONGERS, P. M.; VAN DIEEN, J. H. Cumulative low back load at work as a risk factor of low back pain: A prospective cohort study. *Journal Occupational Rehabilitation*, [s.l.], vol. 23, n. 1, p. 11-18, 2013.
- COTIAN, Luis Fernando P. *Proposta de Metodologia de Avaliação e Planejamento para Redes Horizontais de Empresas com base em seu ciclo*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

- EAVES, S. et al. Building healthy construction workers: Their views on health, wellbeing and better workplace design. *Applied Ergonomics*, [s.I.], vol. 54, n. 1, p. 10-18, maio 2016.
- GOLABCHI, A.; HAN, S.; FAYEK, A. R.; ABOURIZK, S. Stochastic modeling for assessment of human perception and motion sensing errors in ergonomics analysis. *Journal of Computing in Civil Engineering*, [s.I.], vol. 31, n. 4, p. 1-11, jul. 2017.
- KINCL, L.D.; ANTON, D.; HESS, J.A.; WEEKS, D.L. Safety voice for ergonomics (SAVE) project: Protocol for a workplace cluster-randomized controlled trial to reduce musculoskeletal disorders in masonry apprentices. *BMC Public Health*, vol. 16, n. 1, p. 1-9, abril 2016.
- MACIUKIEWICZ, J.M. et al. Effects of overhead work configuration on muscle activity during a simulated drilling task. *Applied Ergonomics*, [s.I.], vol. 53, p. 10-16, março 2016.
- MARRAS, W. S.; LAVENDER, S. A.; FERGUSON, S. A.; SPLITTSTOESSER, R. E.; YANG, G. Quantitative dynamic measures of physical exposure predict low back functional impairment. *Spine*, [s.I.], vol 35, n. 8, p. 914-923, 2010.
- NATH N. D. et al. Ergonomic analysis of construction worker's body postures using wearable mobile sensors. *Applied Ergonomics*, [s.I.]. vol. 62, n. 1, p. 107-117, jul. 2017.
- PADMANATHAN, Vinothini; JOSEPH Leonard; OMAR, Baharudin; NAWAWI, Roslizawati. Prevalence of Musculoskeletal Disorders and Related Occupational Causative Factors among Electricity Linemen: a narrative Review. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, [s.I.], v. 29, n. 5, p. 725-734.
- PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; RESENDE, Luis Mauricio. Methodi ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, Springer, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.
- RAY, S. J.; TEIZER, J. Real-time construction worker posture analysis for ergonomics training. *Advanced Engineering Informatics*, [s.I.], v. 26, n. 2, p. 439-455, abril 2012.
- SALAS, E. A. et al. Factors affecting the risk of developing lower back musculoskeletal disorders (MSDs) in experienced and inexperienced rodworkers. *Applied Ergonomics*, [s.I.], vol. 52, n. 1, p. 62-68, jan. 2016.
- SEIDLER, A. et al. The role of cumulative physical work load in lumbar spine disease: Risk factors for lumbar steochondrosis and spondylosis associated with chronic complaints. *Occupational and Environmental Medicine*, [s.I.], vol. 58, n. 11, p. 735-746, 2001.
- SHANAHAN, C. et al. A comparison of RULA, REBA and strain index to four psychophysical scales in the assessment of non-fixed work. *Work*, vol. 45, n. 3, p. 367-378, 2013.
- UMER, Waleed et al. Identification of Biomechanical Risk Factors for the Development of Lower-Back Disorders during Manual Rebar Tying. *Journal of Construction Engineering and Management*, [s.I.], vol. 143, n. 1, n° do art. 04016080, jan. 2017.
- WANG, Di; DAI, Fei; NING, Xiaopeng. Risk Assessment of Work-Related Musculoskeletal Disorders in Construction: State-of-the-Art Review. *Journal of Construction Engineering and Management*, [s.I.], v. 141, n.6. n° do artigo: 040015008, jun. 2015.
- WEST. G. H. et al. An analysis of permanent work disability among construction sheet metal workers. *American Journal of Industrial Medicine*, [s.I.], vol. 59, n. 3, p. 186-195, mar. 2016.
- YUAN, L.; BUCHHOLZ, B.; PUNNETT, L.; KRIEBEL, D. An integrated biomechanical modeling approach to the ergonomic evaluation of drywall installation. *Applied Ergonomics*, [s.I.], vol. 53, parte A, p. 52-63, março 2016.