

## Ergonomia Verde e Sustentabilidade: Revisão de Literatura

### *Green Ergonomics and Sustainability: Review of Literature*

Aneyquel Ricardo Gaitán Hernández<sup>1</sup>, Universidade Tecnológica Federal de Paraná, Dep. de Engenharia de Produção  
Antônio Augusto de Paula Xavier<sup>2</sup>, Universidade Tecnológica Federal de Paraná, Dep. de Engenharia de Produção  
Bianka Brekailo Silveira Nunes<sup>3</sup>, Universidade Tecnológica Federal de Paraná, Dep. de Engenharia de Produção

#### RESUMO

A sustentabilidade tornou-se um assunto de considerável importância devido aos diversos problemas ambientais e as mudanças climáticas que está sofrendo nosso planeta. Na necessidade de procurar soluções para essa problemática, da ergonomia nasce um termo chamado Ergonomia Verde para auxiliar a um adequado desenvolvimento sustentável. O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura sobre o que se conhece atualmente sobre Ergonomia verde e a sua relação com a sustentabilidade. Para elaborar esta revisão foram utilizados artigos recentes internacionais extraídos das bases de dados Scopus e Science Direct. Neste estudo serão apresentados conceitos, princípios e aplicações da Ergonomia Verde. Encontrou-se que a popularmente conhecida na literatura como Green Ergonomics se faz presente principalmente nas áreas de inovação em desenhos de sistemas e produtos amigáveis com a natureza. Ambas as disciplinas se complementam com o objetivo de criar um ambiente sustentável e por sua vez favorecer e beneficiar ao ser humano.

*Palavras-chave:* Ergonomia verde. Desenvolvimento sustentável. Inovação.

**Editor Responsável:**  
Prof. Dr. Hermes Moretti  
Ribeiro da Silva

#### ABSTRACT

*Sustainability has become a subject of considerable importance due to various environmental issues and the climate change that is hurting our planet. In the need to seek solutions to this problem emerged from ergonomics a term called Green Ergonomics to assist an adequate sustainable development. The aim of this work is to carry out a review of literature on what is known today about Green Ergonomics and its relationship with sustainability. To prepare this review recent international article were extracted from the databases Scopus and Science Direct. In this study will be presented concepts, principles and applications of green ergonomics. It was found that the popularly known in the literature as Green Ergonomics is present mainly in the areas of system designs innovations and friendly products with nature. Both disciplines complement each other with the goal of creating a sustainable environment and its time to promote and benefit to humans.*

*Keywords:* Green Ergonomics. Sustainable developmen. Innovation.

1. Rua Antônio João, Orfãs, Ponta Grossa, Paraná, aneyqgait@hotmail.com; 2. augustox@utfpr.edu.br; 3. bianka\_brekailo@yahoo.com.br

HERNÁNDEZ, A. R. G.; XAVIER, A. A. P.; NUNES, B. B. S. Ergonomia verde e sustentabilidade: revisão de literatura. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 2, p. 1-16, 2019.

DOI: 10.15675/gepros.v14i2.2136



## 1. INTRODUÇÃO

Com os diversos problemas ambientais e as mudanças climáticas que está sofrendo nosso planeta, a sustentabilidade tornou-se um assunto de considerável importância. De acordo a Bolis, Brunoro e Snelwar (2014) esse tema foi abordado pela primeira vez em 1713 em um estudo que discutia a importância de considerar as limitações dos recursos naturais no desenvolvimento econômico de uma região. Desde aquela época o tema foi abordado em outras ocasiões através do conceito de desenvolvimento sustentável.

Zink (2013) argumenta que existem diferentes razões por um crescente interesse pela sustentabilidade, entre eles os atuais câmbios dramáticos ecológicos, e o incremento das discussões críticas das consequências da globalização.

Os tópicos de cuidado ambiental e sustentabilidade têm sido abordados por muitas disciplinas, e a ergonomia não é uma exceção (LANGE *et al.*, 2014). Para auxiliar a um adequado desenvolvimento sustentável, a disciplina científica Ergonomia aparece com métodos inovadores que visam resolver problemas que impedem que uma correta sustentabilidade de desenvolva de maneira eficaz.

Segundo Thatcher (2013), dentro da comunidade da Ergonomia, existe um grande interesse para abordar alguns desses problemas. A Ergonomia então adquiriu um novo conceito chamado Ergonomia Verde ou, maiormente encontrado na literatura como Green Ergonomics. Devido às grandes e recentes crises ecológicas, Thatcher, Acosta e Morales (2013) consideram importante entender como a ergonomia pode contribuir à sobrevivência de toda vida em nosso planeta.

Apesar de ser um assunto de relevada importância, as publicações científicas desse tema são escassas. Em uma revisão bibliométrica realizada por Radjiyev *et al.*, (2008) estes autores encontraram que o número de artigos que abordam temas de Ergonomia verde e Sustentabilidade tem aumentado no decorrer dos anos, ainda assim a literatura é muito limitada, esse estudo mostra uma pouca quantidade de trabalhos que abordam fatores humanos e aspectos ambientais, sendo similar a uma pesquisa feita por Martin *et al.*, (2013) os quais encontrar uma escassez de publicações que tratassem sobre sustentabilidade e sua ligação com a Ergonomia.



Martin *et al.*, (2013) considera que existe uma necessidade de mais publicações de trabalhos com métodos integrados e holísticos que abordem problemas humanos e ambientais associados ao desenho de produtos com uma continuidade e indivisibilidade ontológica.

Na bibliometria feita para a realização deste trabalho, não foi possível encontrar este tipo de estudos em língua portuguesa, pelo que este estudo seria uma contribuição importante para a produção nacional sobre Ergonomia Verde. Por tanto o objetivo desse trabalho é realizar uma revisão na literatura sobre a relação existente entre a sustentabilidade e Ergonomia Verde, abordando conceitos, princípios e aplicações. Com este trabalho pretende-se incluir esse assunto à produção científica nacional.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para esse estudo, realizaram-se buscas nas bases de dados *Scopus*, *Sciences Direct* e *Scielo*. Os termos utilizados para a procura de artigos foram “*Ergonomics*”, “*Sustainable development*” e “*Innovation*”. A busca se limitou a estudos realizados depois de 2008. Na base de base de *Scopus* encontraram-se 49 artigos; da base de dados *Science Direct* foram obtidos 38 artigos; na base *Scielo* não foram encontrados artigos.

Para a compilação dos artigos foi utilizada o aplicativo online *Mendeley*. Os critérios de inclusão foram: artigos em língua inglesa, artigos relacionados diretamente com ergonomia e sustentabilidade, e que se pudessem ler de forma íntegra. Os critérios de exclusão foram repetição de artigos e falta de relevância do artigo para o propósito da revisão. Depois de aplicar os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 17 artigos para serem analisados detalhadamente. No entanto, revisaram-se outros estudos que frequentemente eram citados entre os autores em publicações recentes.

## 3. ERGONOMIA E SUSTENTABILIDADE

A disciplina científica Ergonomia tem como prioridade o bem-estar do ser humano. A Associação Internacional de Ergonomia (IEA) a define como a ciência relacionada à interação entre pessoas e diversos elementos de um sistema, assim como o ramo da ciência que aplica



teoria, princípios e métodos com a finalidade de otimizar o bem-estar humano e a eficiência global de um determinado sistema.

Ergonomia e sustentabilidade compartilham o interesse conjunto sobre a satisfação das necessidades humanas, tendo uma perspectiva sistemática que abrange as interdependências e inter-relações das atividades humanas com seus sistemas circundantes (ZINK, 2013). Este autor argumenta que uma das ideias nas que se baseia a sustentabilidade é que os seres humanos têm direito a uma vida saudável em harmonia com a natureza, por tanto a discussão sobre a relevância da sustentabilidade para os Fatores Humanos e Ergonomia é influenciada pela definição da disciplina.

Uma das metas da ergonomia é compreender a relação entre o homem e a natureza. Portanto, a ergonomia verde promove a compreensão do papel das relações humanas na natureza cumprindo com um dos escopos da Ergonomia. Os seres humanos estão inextricavelmente ligados ao sistema natural e as tensões nesse sistema podem ter implicações negativas significativas para a saúde, segurança, eficiência e eficácia do homem que a Ergonomia pretende otimizar (PIMENTEL *et al.*, 2007).

Os enormes desafios ambientais como emissões de gases efeito estufa, combustíveis fósseis, escassez de energia e problemas de água limpa, levam à disciplina de fatores humanos ou Ergonomia a focar parte de seu interesse nos sistemas naturais (KARWOWSKI, 2008).

A ergonomia divide com a sustentabilidade o desejo comum de criar lugares que sejam confortáveis, agradáveis e saudáveis (DORSEY *et al.*, 2014). Em Julho de 2008, a IEA estabeleceu um comitê técnico chamado “Fatores Humanos e Desenvolvimento Sustentável”.

Segundo Thatcher (2013), fatores humanos para o desenvolvimento sustentável, poderia usar-se como um termo mais amplo da Ergonomia para enfatizar projetos e intervenções que facilitam as conexões entre os seres humanos e a natureza, portanto serve para focalizar o capital natural para garantir o desenvolvimento sustentável, no entanto não deve ser considerado de forma independente a partir do capital econômico e social.

Zink (2013) argumenta que a sustentabilidade oferece a possibilidade de incluir o conceito de ergonomia em um tópico relevante a nível mundial. Fatores humanos estão muito relacionados com a sustentabilidade social, levando em conta a dimensão ecológica.



De acordo Sellers e Fiore (2013) os fatores humanos ou ergonomia é uma profissão que está qualificada para abordar questões de mudança climática, é dizer, quando se realiza um desenho de sustentabilidade se prevê a preservação do nosso meio ambiente, e assim o ser humano está sendo tomando em conta nesse desenho. Pelo contrário, sem um desenho centrado no usuário, muitos produtos e características sustentáveis podem falhar, ou podem não ser utilizados de uma maneira que maximize o rendimento, o que limita sua utilidade e benefícios potenciais.

A Ergonomia e Fatores Humanos pode ser ativamente um fator influente dentro das organizações sobre os temas relacionados às melhoras de trabalho, pode impulsionar aumentos integrados no desempenho da organização no bem-estar dos trabalhadores; pode exercer suportes para as mudanças e novas exigências de trabalhos ambientais relacionados à sustentabilidade, e pode contribuir para a definição do conceito de trabalho em um contexto de desenvolvimento sustentável (BOLIS; BRUNORO; SNELWAR, 2014). Desse modo, estes autores argumentam que fazer com que as condições de trabalho evoluam de tal forma que elas sejam adaptáveis aos indivíduos durante sua vida laboral é uma questão da Ergonomia e da Sustentabilidade.

Thatcher (2014) considera que a Ergonomia não se deve limitar às relações dos seres humanos e as condições de trabalho, e que deve aproveitar seu potencial para incluir escassez de água e alimentos, uso ineficiente de energia, poluição e desperdício.

De acordo os documentos da Organização das Nações Unidas (ONU) a sustentabilidade está composta por dimensões ambientais, econômicas e sociais, conceituada como os três pilares independentes do desenvolvimento sustentável, o que inclui produtos e tecnologias que pode ser definida como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

De acordo Pilczuk e Barfield (2013) no campo da Ergonomia tem um crescente interesse para desempenhar melhoras nas iniciativas verdes para garantir os três pilares que são considerados fundamentais para um futuro sustentável. Zink (2013) considera que a ergonomia pode influir no desenvolvimento sustentável, e para isso requer um equilíbrio complexo entre o capital natural, econômico e social, integrando metas ecológicas.



De acordo Bolis, Brunoro e Snelwar (2014) a ergonomia pode ser identificada em três grandes áreas:

- Como um aliado para alcançar benefícios positivos para o bem-estar dos trabalhadores.
- Como um aliado para alcançar o objetivo de melhorar o desempenho das organizações.
- Como uma ciência que influi no trabalho a ser considerado nas políticas de sustentabilidade corporativa.

A satisfação no trabalho e o crescimento pessoal formam parte dos objetivos sociais, aspectos ambientais como poluição são considerados na concepção do sistema do trabalho que fazem parte dos objetivos ecológicos (ZINK 2013). Este autor opina que existem muitos ergonomistas que não são capazes de combinar os três elementos da sustentabilidade, (econômicos, ecológicos e sociais), pois a sua formação tem sido focada apenas na dimensão social.

De acordo Zink (2013) existe uma necessidade de uma compreensão diferente do desempenho de uma empresa, o que pode ser visto na discussão social corporativa, podendo gerar novas possibilidades de fatores humanos a realizar uma abordagem sistemática que inclua as três dimensões da sustentabilidade.

Thatcher e Yeow (2016) em seu estudo Fatores Humanos para um futuro sustentável opinam que o princípio de equidade entre as gerações presentes e futuras devem ser considerados na utilização dos recursos ambientais, econômicos e sociais, eles consideram que colocando em prática estas necessidades implicarão uma proteção global da biodiversidade em termos de ecossistemas, espécies e diversidade genética, todos eles fundamentais para a vida.

A ergonomia pode fornecer elementos de provas em questão de dimensão social interna na sustentabilidade corporativa, principalmente no que se refere às decisões que impactam a organização do trabalho, assim como também identifica os fatores que levam uma visão de um sistema integrado no desempenho e saúde a partir de uma perspectiva de longo prazo que vá além das questões legais, e que levam em conta os trabalhadores e conseqüentemente a sociedade, o que em conjunto aumenta o desempenho organizacional e bem-estar do trabalhador (ZINK, 2014).



### 3.1. Ergonomia Verde

A ergonomia verde se enfatiza como um método inovador no desenvolvimento sustentável. *Green Ergonomics* é definida como as intervenções ergonômicas que tem a natureza como foco. Especificamente pode se dizer que se centra na afinidade humana com o mundo natural. A ergonomia verde reconhece que todo o planeta é um sistema fechado de tal modo que se uma parte é quebrada ocasionará inevitavelmente repercussões para outras partes do sistema (THATCHER, 2013).

Para Lange *et al.*, (2014) a Ergonomia Verde é definida como a garantia do bem-estar do sistema humano e natural através da compreensão das relações entre sistemas naturais e humanos. De acordo este autor desde uma perspectiva de ergonomia verde, não é possível ter um bem-estar e uma eficácia humana quando o ambiente natural está degradado.

Thatcher (2013) considera que a Ergonomia verde incide sobre as conexões bidirecionais entre os seres humanos e a natureza. Para este autor a concepção da ergonomia pode ser usada para conservar, preservar e restaurar a natureza, e propõe que as relações bidirecionais desta disciplina estejam baseadas nas áreas de concepção de recursos e produtos, no desenho de empregos verdes, e no projeto de uma mudança de comportamento.

A ergonomia verde desempenha um papel importante, por um lado cuida da conservação e preservação de sistemas naturais e mais ativamente na sua restauração. Por outro lado, os sistemas naturais fornecem recursos que podem ser utilizados pelos seres humanos para uma gama de benefícios (LANGE *et al.*, 2014).

Adotando as perspectivas das conexões homem-natureza, Hanson (2013) utilizou o termo “Ergonomia Verde” para centrar-se especificamente sobre como a Ergonomia pode ajudar a reduzir o impacto ambiental, considerando métodos de produção que consumam menos energia.

Dentro da ergonomia verde, o conceito de diversidade refere-se a uma combinação de desenho de tarefas, diversidade de pessoas, diversidade tecnológica e diversidade ambiental. O termo adaptabilidade em Ergonomia Verde refere-se à tecnologia humana que é adaptável às varias condições ambientais diferentes, bem como ser capaz de responder cooperativamente

com outros ecossistemas. (LANGE *et al.*, 2014)



### 3.2. Princípios da Ergonomia Verde

Thatcher *et al.*, (2013) apresentam três princípios da Ergonomia verde:

a) Avaliação, desenho e inovação para a eco eficiência, eco eficácia, e eco produtividade.

De acordo estes autores, em ergonomia verde a eficiência se refere geralmente à compreensão do comportamento de fluxos de energia, ciclos de nutrientes e recursos de um ecossistema. Eco eficácia significa examinar a capacidade de um sistema para transformar a energia, materiais, recursos e informação, sem desperdício e sem prejudicar a outros sistemas. Em ergonomia a produtividade se refere à produção de um produto ou serviço dentro de um determinado período de tempo, em ergo ecologia a produtividade é alcançada quando o sistema fica em equilíbrio durante um período suficientemente longo de tempo.

b) Avaliação, desenho e inovação consistente com resiliência ecológica.

Os principais princípios ecológicos consideram incluir a resiliência, diversidade, adaptabilidade e interdependência. Além da usual definição de resiliência em engenharia, em ergonomia verde esse termo se refere especificamente à resiliência ecológica, o que significa a capacidade que tem um sistema de reestabelecer seu equilíbrio depois de ter sido interrompido por um distúrbio, ou seja, a capacidade de recuperação (THATCHER *et al.*, 2013).

De acordo Siemieniuch *et al.*, (2015) os ergonomistas devem ter uma boa compreensão da engenharia das resiliências, pois os engenheiros constroem resiliências de sistemas, assim como também as competências e conhecimento requerido pelos seres humanos para aumentar a resiliência dos ecossistemas.

c) Reconhecer o valor do desenho do sistema natural

Esse princípio de acordo Thatcher *et al.*, (2013) consiste em que a Ergonomia verde fomenta a adoção das lições que a natureza ensina sobre a adaptação e inovação. Em outros termos este projeto significa adotar a incerteza tomando uma postura cautelosa e reconhecendo os direitos às necessidades das futuras gerações. Em *Green Ergonomics* adotar a incerteza é tomar um enfoque preventivo no desenho.





### 3.3. Âmbito de aplicação da Ergonomia Verde

Thatcher (2013) sugere possíveis intervenções da ergonomia com foco na conservação, preservação e restauração da natureza, entre elas estão:

#### 3.3.1. Inovação de produtos e sistemas

Os valores subjacentes de ergonomia verde e os princípios sociotécnicos da concepção do sistema podem ser utilizados através de aplicação prática dos princípios sociotécnicos nos processos de produto, serviços, sistemas e desenho e desenvolvimento organizacional (LANGE *et al.*, 2014).

Existem consideráveis oportunidades para as intervenções ergonômicas em desenhar produtos respeitosos com o meio ambiente para melhorar a eco eficiência. Um projeto com esse tipo de inovação é aquele proposto por Radjiyev (2008) quem propôs o desenho de um veículo que funcionasse com energia solar, o que garantiria uma eficácia ecológica. Em quanto Mandavilli *et al.*, (2008) investigaram como o desenho de rotatórias poderia reduzir o consumo de combustível dos veículos e por sua vez diminuir o monóxido e dióxido de carbono.

No que se refere ao sistema de apoio à utilização dos sistemas de transporte de baixa energia, Hanson (2013) propõe que a Ergonomia verde poderia se manifestar no desenho de caminhos para o ciclismo, assim como desenhar redes de recarga de eletricidade para os carros elétricos.

Wise e Taylor (2002) consideram que no campo do desenho, uma das maneiras mais direta que os seres humanos podem se beneficiar da natureza é através da biomimética, a qual foi definida por Benyus (1997, *apud* WISE; TAYLOR, 2002) como “inovação inspirada na natureza”. Em um exemplo de desenho biomimético aplicado à Ergonomia, estes autores examinaram como estruturas naturais tais como rios sinuosos, as formas de nuvens, horizontes irregulares e estrutura de ramificação de árvores poderiam ser aplicados ao desenho de trabalhos.

Na parte industrial, os sistemas dos processos industriais podem ser considerados fundamentais para uma adequada sustentabilidade, e devido ao extenso papel dos fatores humanos na produção, a ergonomia é uma profissão que tem um papel fundamental na



sustentabilidade (SIEMIENIUCH *et al.*, 2015). Estes autores explicam que existe uma exigência para que os sistemas ergonômicos ajudem na criação de produtos, processos, organizações e infraestrutura que sirvam para a sustentabilidade.

De acordo Thatcher (2014) a ergonomia centra-se no bem-estar no trabalho e contribui à compreensão das práticas de emprego, concepção de produtos orientados para a sustentabilidade e sistemas de trabalhos, assim como a operação segura de sistemas complexos. Desse modo, Martin *et al.*, (2013) consideram que as propostas da ergo ecologia apresentam uma visão inovadora que pode avaliar processos e intervir na melhora de produtos e serviços.

Ergo ecologia expõe uma relação justa e sinérgica entre sistemas sócios técnicos e sistemas naturais. Atualmente está interessado em pôr seus princípios em práticas nos campos do produto, desenho e desenvolvimento de serviços, visando à obtenção recíproca entre os seres humanos e o meio ambiente.

### **3.3.2. Desenho de empregos verdes**

De acordo Siemieniuch *et al.*, (2015) as mudanças nos processos de trabalho devem minimizar o desperdício no trabalho, assim como redesenho de ferramentas, e simplificação de tarefas, objetivando evitar impactos ambientais. Nesse contexto, o que os ergonomistas chamam de desenho de trabalho com ênfase na saúde, segurança, satisfação e desempenho, necessitará alguma reconsideração, no caso da área sustentável.

Hanson (2013) também assinala a importância da compreensão do papel da ergonomia no tratamento dos desafios de uma expansão de “empregos verdes” o que pode incluir mudanças nas condições de trabalho relacionadas com a agricultura e o desenho de trabalho orgânico em relação às plantas de reciclagem. O que implica examinar como os postos de trabalhos estão desenhados para que de esta forma determinar quais riscos para a saúde podem ser evitados, ou a elaboração de um redesenho de processos com características adequadas para que as pessoas possam realizar seus trabalhos de forma eficaz e segura.



### 3.3.3. Desenho da ergonomia para mudanças de comportamentos

Scott (2008) propõe várias possibilidades interessantes para o papel da ergonomia na mudança de comportamento que inclui a compreensão do uso e desenho de sistemas de captação de energia e sistemas de controle, e os enfoques da macro ergonomia que ajudam aos sistemas de organização para entender como conservar a energia. Esta disciplina poderia se aplicar a uma mudança de comportamento para a conservação de outros recursos naturais, tais como água, qualidade de ar ou a biodiversidade.

De igual forma, Hanson (2013) considera que outro modo de afetar a mudança de comportamento é por meio de intervenções de treinamento. Este autor indica uma lista de possíveis aplicações de formação que poderia incluir o uso adequado dos produtos e sistemas de uma maneira eco eficiente, assim como uma adequada aprendizagem de redes inteligentes e outros sistemas de poupanças de energia, tendo como foco os benefícios da natureza.

Scott (2008) argumenta que a ergonomia verde pode defender políticas de sustentabilidade. Considera que uma correta implementação do desenvolvimento sustentável tem que incluir questões relacionadas com mudanças no trabalho.

### 3.4. Experiência dos benefícios da aplicação de *Green Ergonomics*

Pilczuk e Barefield (2013) consideram que um dos passos mais difíceis ao desenvolver um programa de Ergonomia é criar um ambiente de cultura das organizações e de seus colaboradores, afirmam também que grandes soluções ergonômicas muitas vezes podem fracassar se a cultura da empresa não está totalmente envolvida. Sobre esse tema, os autores expuseram o caso de uma importante companhia que levou em prática a Ergonomia Verde.

Os autores relataram que em 2010, a *Gulfstream Aerospace Corporation* (GAC) reconheceu a necessidade crescente da conexão da sustentabilidade e ergonomia para o bem-estar das pessoas e do planeta. Para isso, esta empresa começou uma campanha chamada *Green Ergo*, a qual consistia na criação de soluções ergonômicas através do uso de resíduos de materiais encontrados em todos os setores da companhia. Os funcionários foram convidados a criar soluções próprias com tais resíduos, eles encontraram na empresa pedaços de madeira, espuma, papéis e metais.



Os empregados foram promovidos pelos ergonomistas a serem criativos em seus desenhos visando melhorar os problemas ergonômicos. De acordo com a informação encontrada no estudo de Pilczuk e Barefield (2013) o departamento de ergonomia e de sustentabilidade da empresa realizou uma apresentação para descrever a abordagem da ergonomia verde, esta apresentação foi um método importante para educar aos funcionários sobre a iniciativa da eco ergonomia.

Como resultado do projeto proposto pela empresa, os trabalhadores, desenharam um repouso pé para todos os setores da companhia. Com essa técnica utilizada, a empresa resolveu os problemas ergonômicos de seus trabalhadores diminuindo o risco de lesões, uma vez que contribuiu com benefício para a natureza devido ao fato de que se ocuparam quase 2000 libras de material de resíduo, além disso, incrementaram seus benefícios econômicos, pois também foram colocados no mercado como um custo de \$12, resultando lucros de \$26,000 para a empresa.

Posteriormente outras soluções foram propostas, uma delas foram à criação de dedais para costura e tapeçaria, os funcionários utilizaram resíduos de materiais para criar luvas protetoras para ser colocadas e evitar que as mãos sofram lacerações. Esta empresa tem criado mais de 35 ideias utilizando ergonomia verde (PILCZUK; BAREFIELD, 2013). Com este caso os autores concluem que a ergonomia verde é muito mais que apenas encontrar soluções ergonômicas, se trata de redução de impacto ambiental e por sua vez crescente benefícios para os seres humanos.

Outro exemplo de aplicação da Ergonomia verde foi um estudo realizado na Malásia por Poon *et al.*, (2013). Eles investigaram desde uma perspectiva da ergonomia, a poluição de rios e peixes devido ao impacto das atividades humanas tais como: industriais, agrícolas e domésticas. Esse estudo mostra que a ergonomia verde pode fornecer informações úteis sobre relacionamentos sustentáveis entre os seres humanos e a ecologia, e assim gerar um bem-estar humano em consideração ao desempenho geral do sistema sócio ecológico.



### 3.5. Edifícios Verdes como aportes inovadores de *Green Ergonomics*

A necessidade de considerar os fatores humanos ou Ergonomia nos projetos de construção dos edifícios verdes tem sido reconhecida pela companhia *Building Council of South África*, eles desenvolveram a ferramenta *Green Star S.A* a qual incentiva a concepção de um ambiente de trabalho produtivo, saudável e confortável com enfoque na qualidade ambiental (THATCHER; MILNER, 2014).

O estudo apresentado por Thatcher e Milner (2014) sugere que é possível que as pessoas se beneficiem com uma melhor ventilação, iluminação e qualidade de ar enquanto também se podem reduzir os compostos orgânicos voláteis assim como poupar consideráveis gastos de energia.

De acordo Hedge (2013) a certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) que está direcionada à poupança de energia, eficiência de água e redução das emissões de dióxido de carbono, apoia em grande medida estes tipos de construções. Além disso, estes tipos de construções prevê proporcionar aos ocupantes, lugares de trabalhos ergonomicamente saudáveis para reduzir ao mínimo os problemas de saúde. Este autor explica que em uma avaliação posterior à construção de um edifício creditado por LEED, mostrou uma série de benefícios aos ocupantes, incluindo o baixo índice de lesões musculoesqueléticas.

Hedge (2013) acrescenta que se o desenho ergonômico é incorporado em um edifício desde o princípio, posteriormente não existirão custos adicionais envolvidos e desde o primeiro dia os ocupantes estarão protegidos contra as lesões e seu rendimento no trabalho estará sendo facilitado.

Os fatores humanos proporcionam soluções para aumentar a facilidade de uso, rendimento e a satisfação no âmbito da construção verde, sobre esse assunto apesar das dificuldades e limitações, têm muitos benefícios potenciais, eles abordam uma maior eficiência dos recursos e a prevenção da poluição (KARWOWSKI, 2008).

## 4. CONCLUSÕES

Este trabalho pretendeu realizar uma revisão na literatura sobre a relação existente entre as disciplinas de ergonomia e a sustentabilidade, dois temas de grande importância para a



sociedade. Nesta revisão encontrou-se que apesar de ser um assunto de relevância existe uma escassez de estudos nesta área, pois ainda não foram encontrados artigos nas bases de dados nacionais.

Os artigos utilizados na revisão foram principalmente dos jornais focados exclusivamente em Ergonomia, tal como *Applied Ergonomics*, *Ergonomics* e *Work*, mostrando o interesse da comunidade científica da ergonomia na área de sustentabilidade.

Nesta breve revisão da literatura encontrou-se que a Ergonomia pode tomar um foco diferente, mas tendo sempre em conta os benefícios humanos. Em assuntos de inovação, e redesenho de sistemas e de produtos a ergonomia considera de grande importância para conservar o ambiente natural, tal o caso apresentado pela empresa GAC.

Pode se concluir, que se bem o meio ambiente pode ser o foco das propostas de ergonomia que nascem da ergonomia verde, direta ou indiretamente o ser humano é o maior favorecido nessa reciprocidade de benefícios, necessitando assim que mais projetos ergonômicos verdes sejam levados em execução para oferecer um mundo melhor às próximas gerações.



## Referências

- ABOLIS, I.; BRUNORO, C. M.; SZNELWAR, L. Mapping the relationships between work and sustainability and the opportunities for ergonomic action. **Applied Ergonomics**, v. 45, n. 4, p.1225-1239, 2014.
- DORSEY, J.; HEDGE, A. Green buildings need good Ergonomics. **Work**, v. 1, n. 49, p. 345-346, 2014.
- HANSON, M. A. Green ergonomics: challenges and opportunities. **Ergonomics**, v. 56, n. 3, p.399-408, 2013.
- HEDGE, A. The Importance of Ergonomics in Green Design. **Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 57, n. 1, p.1061-1065, 2013.
- KARWOWSKI, J. Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. **Work**, v. 48, n. 5, p. 436-463, 2008.
- LANGE, K.; TATCHER, A.; GARCIA, A. Towards a sustainable world through human factors and ergonomics: it is all about values. **Ergonomics**, v. 57, n. 11, p.1603-1615, 2014.
- MARTIN, K.; LEGG, S.; BROWN, C. Designing for sustainability. **Ergonomics**, v. 56, n. 3, p. 375-388, 2013.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. **Definición de desarrollo sostenible**. Disponível em: <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>. Acesso em 02 jul 2017.
- PILCZUK, D.; BAREFIELD, K. Green ergonomics: Combining sustainability and ergonomics. **Work**, v. 49, n. 3, p.357-361, 2014.
- PIMENTEL, D., *et al.* Ecology of increasing diseases: population growth and environmental degradation. **Human Ecology**, v.35, n.6, p. 653–668, 2007.
- PINILLA, M., H.; BELTRÁN, C.; ACOSTA, G. A comprehensive approach to environmental and human factors into product/service design and development. A review from an ergoecological perspective. **Applied Ergonomics**, v. 57, p.62-71, 2015.
- POON, W.; HERATH, G.; SARKER, A. River and fish pollution in Malaysia: A green ergonomics perspective. **Applied Ergonomics**, v. 57, p.80-93, 2015.
- RADJIYEV, A.; QIU, H.; XIONG, S.; NAM, K. Ergonomics and sustainable development in the past two decades (1992 e 2011): Research trends and how ergonomics can contribute to sustainable development. **Applied Ergonomics**, v. 46, Part A. p. 67-75. 29, 2014.
- SCOTT, P. Global inequality and the challenge for ergonomics to take a more dynamic role to redress the situation. **Applied Ergonomics**, v. 39, n. 4, p. 495-499, 2008.
- SELLERS, B., C.; FIORE, S. Sustainable and User-Centered: Applying Human Factors Solutions Towards Improving the Effectiveness. **Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 57, n. 1, p.550-554, 2013.



THATCHER, A. Green ergonomics: definition and scope. **Ergonomics**, v. 56, n. 3, p.389-398, 2013.

THATCHER, A. Early variability in the conceptualization of “sustainable development and human factors”. **Work**, v. 41, n. 1, p.3892-3899, 2012.

THATCHER, A.; MILNER, K. Green Ergonomics and Green Buildings. **Ergonomics In Design: The Quarterly of Human Factors Applications**, v. 22, n. 2, p.5-12, 2014.

THATCHER, A.; GARCIA-ACOSTA, G.; MORALES, K. Design principles for green ergonomics. *In: THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ERGONOMICS AND HUMAN FACTORS*, 2013. **Anais...** Cambridge, UK, p.319-326, 2013.

ZINK K., J. Designing sustainable work systems: the need for a systems approach. **Applied Ergonomics**, v. 45, p.126-132, 2013.

