



## **ORIENTAÇÕES ERGONÔMICAS PARA A ATIVIDADE DE LEVANTAMENTO MANUAL DE CARGA ATRAVÉS DA REALIDADE VIRTUAL AUMENTADA**

João Vitor da Silva Alves (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE)  
joaovitors.alves8@gmail.com

Júnior Alves de Araújo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE)  
junior.al.araujo@gmail.com

Laís Vaz Mendes (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE)  
laisvvaz@gmail.com

Maítala Andréia Andrade Alves de Souza (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE) maitala85@gmail.com

Mariane Emanuelle Pessoa Santos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE)  
marianeperson1@gmail.com

### **Resumo**

A realidade virtual aumentada tem sido aplicada em diversas áreas e uma delas é a Ergonomia. Geralmente, essa tecnologia é utilizada para criação de treinamentos, como forma de direcionar as pessoas acerca de como devem realizar suas funções. O presente trabalho objetivou a criação de um vídeo instrutivo contendo orientações ergonômicas para a atividade de levantamento manual de carga, aplicando a tecnologia de realidade virtual aumentada e utilizando como recurso a animação 3D. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico, a elaboração do roteiro do vídeo, a construção do personagem e do cenário, e a partir disso, houve a produção do vídeo. Como resultado, obteve-se um treinamento intuitivo com áudio e legenda destinado a operários que executam essa atividade. Desse modo, a capacitação através desse treinamento pode minimizar ou evitar danos físicos ao operador.

**Palavras-Chaves:** ergonomia, levantamento de carga, realidade aumentada.

### **1. Introdução**

A realidade virtual aumentada tem se transformado em um recurso comumente utilizado nos mais diversos âmbitos empresariais, devido às muitas possibilidades de aplicações. Conforme Tori, Kirner e Siscoutto (2006), esta tecnologia proporciona às pessoas a interação com contextos imaginários. Desse modo, Miranda e Domingues (2011), discorrem que a inserção de elementos gráficos em modelagem tridimensional representa uma de suas funcionalidades básicas, utilizando o conjunto computador, câmera e display.

O processo de disseminação do conhecimento vem sendo auxiliado pela implementação da realidade virtual aumentada no contexto educacional, contribuindo para aprendizagem nas mais diversas áreas (MARTINS e GUIMARÃES, 2012). Um dos âmbitos que recebe contribuição através deste recurso é a Ergonomia, tendo em vista, que esta tecnologia visa facilitar a transmissão de informações referentes a uma dada atividade ou processo.

As posturas corporais assumidas pelos trabalhadores ao longo da jornada de trabalho são objeto de estudo da Ergonomia. Com base nisso, Abrahão *et al.* (2009), ressalta que o manuseio de cargas é uma atividade que pode ocasionar riscos de lesões, sobretudo devido ao esforço excessivo e às posturas inadequadas durante a execução da atividade de levantamento.

Nesse contexto, este trabalho objetiva representar através de animações 3D, algumas recomendações ergonômicas que o colaborador deve adotar ao realizar a atividade de levantamento manual de carga no ambiente de trabalho.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1. Realidade virtual aumentada**

Segundo Tori, Kirner e Siscoutto (2006), a realidade aumentada enfatiza a qualidade das imagens, fazendo o uso de mecanismos para combinar o ambiente físico com o virtual, transportando o mundo virtual para o espaço do usuário, onde haverá uma interação com os objetos virtuais de forma natural e sem necessidade de capacitações.

Para os mesmos autores, a realidade aumentada utiliza dispositivos tecnológicos (tablets e smartphones) para enriquecer o ambiente real, incluindo recursos de multimídia, como imagens, vídeos e sons com alta qualidade, além de instrumentos de realidade virtual, tais como, a geração de imagens dos objetos virtuais e a interação em tempo real.

Neste sentido, Miranda e Domingues (2011), destacam que as aplicações relacionadas à realidade aumentada vêm crescendo anualmente devido a participação de pesquisadores da área. Um dos segmentos que utilizam frequentemente a realidade aumentada é o campo do entretenimento e marketing, entretanto, pode-se aplicar no campo da indústria automotiva e na ergonomia.

## 2.2. Ergonomia

A palavra ergonomia deriva do termo grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (normas, regras, leis). Conforme Iida (2005), a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), entende a ergonomia como:

“O estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas” (IIDA, 2005, p. 2).

A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. Estuda os diversos fatores que influenciam no desempenho do sistema produtivo e procura reduzir as suas consequências nocivas sobre o trabalhador (IIDA, 2005). Busca projetar e/ou adaptar situações de trabalho compatíveis com as capacidades e respeitando os limites do ser humano (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

## 2.3. Norma regulamentadora 17

A Norma Regulamentadora (NR-17), estabelece parâmetros que permitem adaptar as condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, visando proporcionar o máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Existem alguns aspectos que são incluídos nas condições de trabalho relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e à própria organização do trabalho (MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 2006).

Em seu tópico 17.2 são abordadas as diretrizes para o transporte manual de carga, nele é evidenciado que essa atividade refere-se ao transporte, onde o peso é carregado por apenas um trabalhador, englobando desde o levantamento até o armazenamento da carga (BRASIL, 2018).

## 2.4. Levantamento manual de carga

Segundo Iida (2005), a atividade de levantamento manual de carga pode ser classificada em esporádica e repetitiva. A primeira classificação refere-se ao levantamento de carga que ocorre eventualmente, isto é, com pouca frequência, dependendo apenas da capacidade

muscular do operário. Enquanto que a segunda, relaciona-se com a repetitividade dos levantamentos, em que é evidenciado a duração do trabalho.

Ainda para o autor, o limite de carga suportado por uma pessoa depende da maneira e frequência que ela utiliza as musculaturas das pernas, braços ou dorso. Dependendo também da capacidade física do operador, o que implica dizer que o peso máximo vai variar de uma pessoa para outra. A carga máxima que um operador pode levantar está estabelecida no artigo 198 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), correspondendo a 60 kg.

Para Simões (2015), no momento em que as capacidades individuais durante a execução da atividade são ultrapassadas, podem ocasionar problemas de saúde nos trabalhadores, como dores e lesões. Isso sucede, sobretudo, por conta da grande variação individual das capacidades físicas, treinamentos insuficientes e frequentes substituições de trabalhadores homens por mulheres (IIDA, 2005).

### **3. Metodologia**

#### **3.1. Classificação da pesquisa**

Quanto aos objetivos, o presente trabalho é classificado como sendo do tipo exploratório e quanto aos procedimentos técnicos é considerado um estudo de caso. Conforme Gil (2008), “pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato”. Para Yin (2001), considera-se um estudo de caso a investigação de um fenômeno empírico e contemporâneo inserido em uma condição real.

#### **3.2. Procedimentos metodológicos**

A princípio, para constituir o referencial teórico desta pesquisa, foi realizada a investigação e análise da literatura atual, contemplando conceitos relacionados à realidade virtual aumentada, à ergonomia e à atividade do levantamento manual de cargas.

Para dar prosseguimento ao projeto, a equipe desenvolveu um roteiro, compilando todo o conteúdo necessário para a elaboração dos vídeos, onde abordou-se sobre a disposição do *layout* do posto de trabalho, além de recomendações posturais e movimentos que devem ser adotados pelo trabalhador no exercício de sua função.

Para a criação do personagem foi usado o *software Makehuman*, que permite a modelagem de seres humanos em 3D, onde teve como referência à altura e peso médio do homem brasileiro.

Utilizou-se o *software Blender*, um programa de computador de código aberto que permite gerar modelos tridimensionais, nele foram elaborados elementos, tais como, criação de ossos e roupas do personagem, texturas, mobiliário, iluminação do cenário e posição de câmera, a partir da junção desses elementos foi produzida a animação.

Para a produção das capas, subcapas e aura utilizou-se a plataforma de *design* gráfico *Canva*. A criação de capas e subcapas teve o intuito de facilitar a transição de conteúdo, promovendo o melhor entendimento do vídeo. Enquanto que a aura foi desenvolvida para receber o *QR code* e facilitar o acesso ao conteúdo.

O vídeo foi editado no programa *Sony Vegas*, que possibilita a edição de vídeo e a manipulação de áudio. Durante a edição do vídeo foram acrescentados áudios e legendas, seguindo as orientações do roteiro. O critério para incluir esses elementos tem o objetivo de contemplar um maior público alvo, englobando também pessoas com pouca instrução, pessoas com deficiência auditiva e pessoas com dificuldade de acompanhar a legenda e imagem ao mesmo tempo.

Por fim, criou-se um canal no *Youtube* para armazenar o vídeo. A plataforma foi escolhida devido a sua popularidade e interface intuitiva, além de possuir diversas configurações que permitem melhorar a experiência do usuário durante o seu uso.

#### **4. Resultados e discussões**

A finalidade do vídeo foi elaborar um treinamento intuitivo para a atividade de levantamento manual de carga, por meio de animações 3D, contendo recomendações ergonômicas que o colaborador deve adotar ao realizar suas atividades no ambiente de trabalho. O acesso a estas animações será por meio de aura, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Aura levantamento manual de cargas



Fonte: Autores (2021)

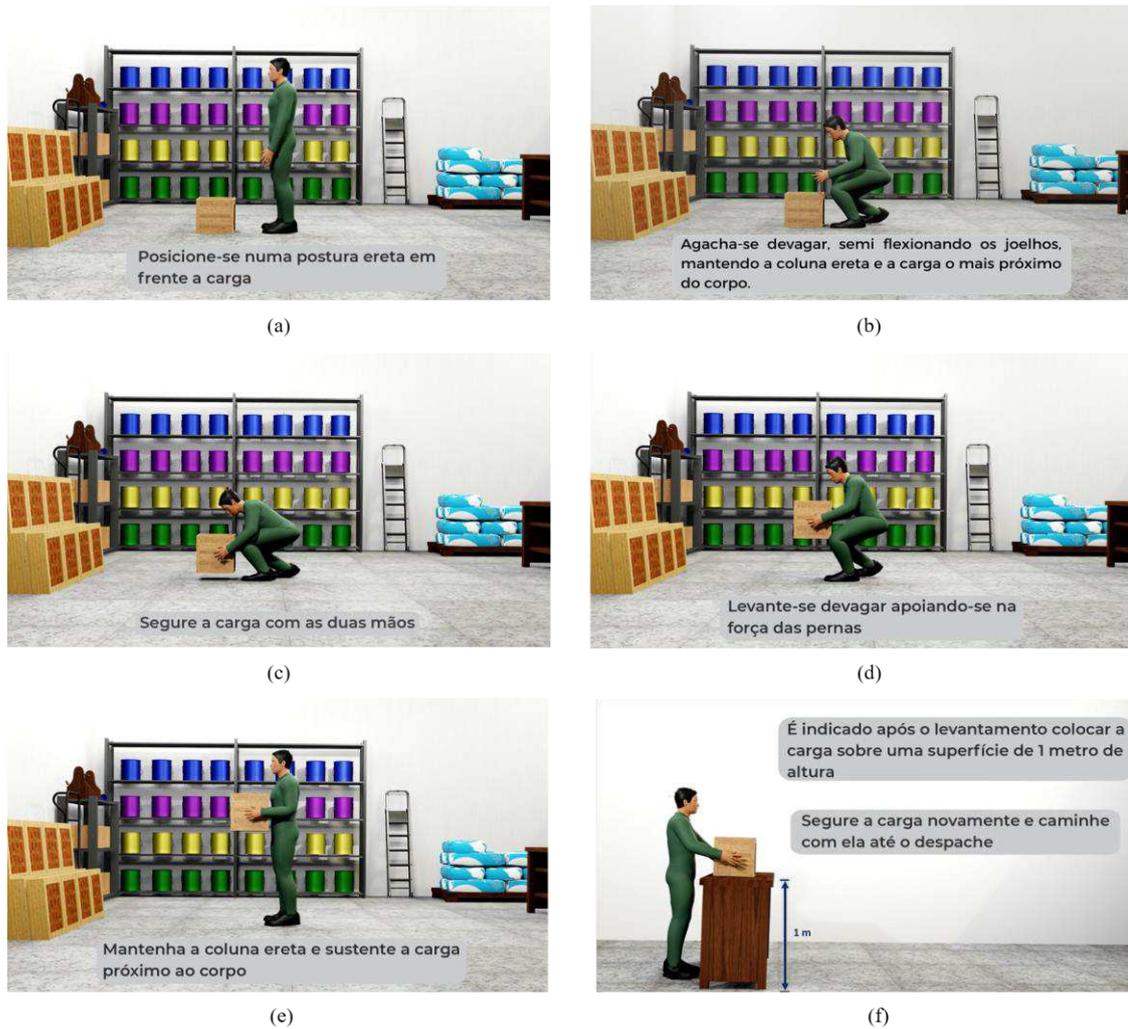
A aura foi estruturada de maneira intuitiva, nela estão contidas as instruções que o usuário deve seguir para ter acesso ao treinamento, o QR *code*, responsável por direcioná-lo ao vídeo armazenado no *Youtube* e as indicações de aplicativos que podem ser baixados para ler o código, caso a câmera do aparelho não disponha desse recurso.

O levantamento manual de cargas é uma atividade que exige um grande esforço físico do operador, quando é executada de maneira incorreta, pode acarretar danos à sua saúde física. Com base nisso, o vídeo buscou demonstrar dois treinamentos considerando a altura onde encontra-se a carga, que pode estar sobre o chão ou em uma superfície.

#### 4.1. Cargas no chão

É um tipo de levantamento que ocorre frequentemente, apesar de não ser o mais recomendado. Na sequência serão dispostos os procedimentos para que o trabalhador realize o levantamento de carga adequadamente, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Indicações ergonômicas para o levantamento da carga no chão



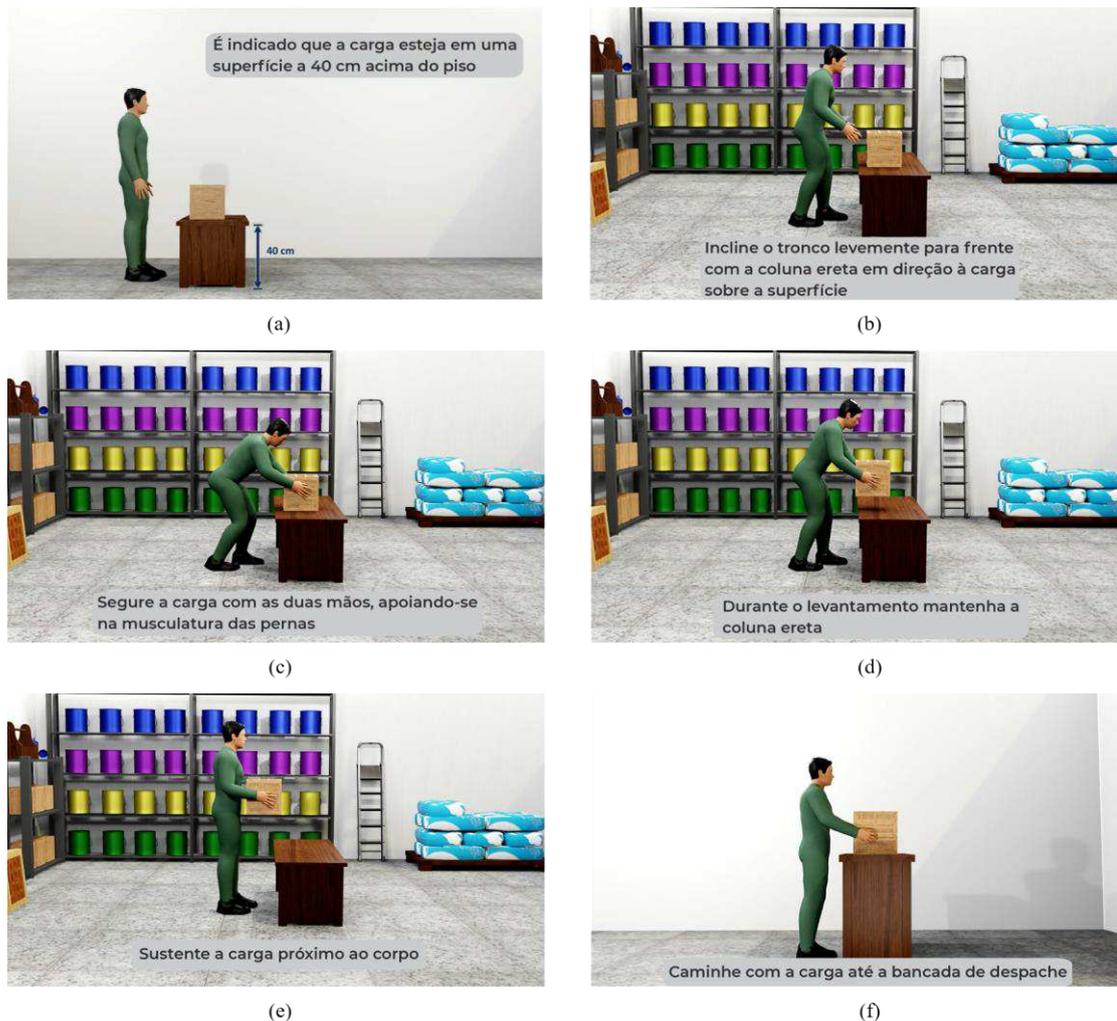
Fonte: Autores (2021)

Para iniciar o procedimento correto de levantamento de carga, como mostrado na Figura 2, (a) o operador deve se posicionar em frente à carga, assumindo uma postura ereta, (b) agachando-se sem pressa, mantendo as pernas levemente afastadas, os joelhos semi flexionados, a coluna vertical ereta e a carga o mais próximo possível do corpo, (c) segurando-a com as duas mãos. Em seguida deve (d) levantar-se devagar apoiando-se na força das pernas, evitando curvar à coluna, (e) mantendo-a ereta, a carga próxima ao corpo e os braços apoiados na lateral do tronco, evitando movimentos acima da linha dos ombros. Após pegar a carga, (f) recomenda-se que o operador a deposite sobre uma bancada de 1 metro de altura, para então segurá-la novamente e caminhar com ela até a bancada de despacho.

## 4.2. Cargas sobre uma superfície

Apesar de ser um levantamento pouco recorrente, é o mais indicado ergonomicamente. Na Figura 3 são apresentadas as etapas que devem ser seguidas pelo operador para levantar corretamente uma carga sobre uma superfície.

Figura 3 - Indicações ergonômicas para o levantamento da carga sobre uma superfície



Fonte: Autores (2021)

Observa-se na Figura 3 que para o levantamento de carga sobre uma superfície (a) é recomendável que ela esteja a uma altura de 40 cm acima do piso. Para começar o levantamento, (b) o operador deve inclinar o corpo levemente para frente em direção à carga que está sobre uma superfície. O próximo passo é (c) segurar a carga com as duas mãos, apoiando-se na musculatura das pernas, (d) mantendo a coluna ereta, (e) a carga próxima ao

corpo e os braços apoiados na lateral do tronco, evitando movimentos acima da linha dos ombros. Por fim, (f) o operador deve se deslocar com a carga até a bancada de despache, onde deve depositar esta carga.

Além das instruções dadas anteriormente para os dois tipos de levantamento, também se recomenda que o trabalhador realize um pré-aquecimento de 2 a 3 minutos ou inicie a jornada de trabalho pela atividade de menor intensidade, que utilize o auxílio de carrinhos para o transporte manual de cargas pesadas, evitando o seu desgaste físico, já que conforme a CLT é estipulado em 60 kg o peso máximo que um operador deve manusear. Caso seja necessário pegar duas cargas simultaneamente, indica-se que o trabalhador divida seus pesos entre as duas mãos. Como a tarefa de levantamento é altamente repetitiva e desgastante, aconselha-se fazer pausas regulares de 10 minutos a cada 50 minutos trabalhados.

## 5. Considerações finais

O campo da ergonomia tem se beneficiado pela implementação de inovações tecnológicas, uma dessas aplicações é a realidade virtual aumentada, que busca promover a imersão do trabalhador a uma dada situação que se assemelha a condição real. Desse modo, a ideia do trabalho foi promover através da realidade virtual aumentada um treinamento para atividade de levantamento manual de carga, visando melhorar a interação entre o homem e sua atividade de trabalho.

O levantamento manual de carga é uma atividade que requer intenso esforço físico do operador. Quando realizada incorretamente, pode implicar em graves consequências, como traumas, lesões e até possíveis afastamentos, intervindo na qualidade de vida e na produtividade do trabalho. A fim de reverter esse cenário problemático, é imprescindível conhecer a maneira ideal de executar essa atividade.

Por isso, o treinamento desenvolvido neste trabalho foi estruturado em formato de vídeo com a finalidade de conscientizar os operadores acerca do peso máximo que podem manusear e as posturas que devem ser assumidas durante a execução da atividade quando a carga está no chão ou sobre uma superfície.



## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, Júlia; *et al.* **Introdução à Ergonomia**: da prática à teoria. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 2009.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora (NR 17) - Ergonomia. Brasília: MTE, 2018.
- Decreto-Lei 5.452 de 1º de maio de 1943. Consolidação das Leis do Trabalho, Brasília, DF, Out. 2017. BRASIL.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia**: projeto e produção. 2ª ed. ver. e ampl. São Paulo: Blucher, 2005.
- MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS. Segurança e medicina do trabalho. 59ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- MARTINS, Valéria Farinazzo; DE PAIVA GUIMARÃES, Marcelo. **Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino**. In: Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação. 2012. p. 100-109.
- MIRANDA, Mateus Rodrigues; DOMINGUES, Diana Maria G. Proposta metodológica para uso da Realidade Aumentada em Ergonomia do produto. **Revista Ação Ergonômica**, v. 6, n. 1, 2011.
- SIMÕES, Rui Miguel de Sousa dos Santos. **Análise e avaliação de tarefas de movimentação manual de cargas**. Caparica: FCT/UNL, 2015. 247 p. Tese (Doutorado) – Programa de Licenciatura em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Caparica, 2015.
- TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Belém: Editora SBC, 2006.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.