



Design Universal para Inclusão de Pessoas com Deficiência em Linhas de Produção Industriais: análise estruturada de publicações

Universal Design for Inclusion of People with Disabilities in Industrial Production Lines: structured analysis of publications

Edson Sidnei Maciel Teixeira, UFPR

edson.teixeira@ifsc.edu.br

Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, UFPR

lucia.demec@ufpr.br

Adriano Heemann, UFPR

adriano.heemann@ufpr.br

Resumo

Cada vez mais as organizações precisam adaptar suas linhas de produção aos seus públicos, inclusive internos, permitindo que uma gama maior de pessoas tenham acesso ao trabalho. Assim, este artigo apresenta a análise comparativa de publicações sobre estudos de design universal relacionados à inclusão de pessoas com deficiência em linhas de produção industriais. Este trabalho é orientado por uma estrutura de revisão bibliográfica sistemática organizada por filtros, fases e etapas de modo à expressar o conjunto de pesquisas sobre o escopo de busca. Como resultado obtém-se o conhecimento das principais lacunas e oportunidades das publicações na área. As conclusões deste artigo tomam relevância por promover o entendimento dos processos de inclusão de pessoas com deficiência em linhas de produção industriais utilizando o design universal.

Palavras-chave: Design Universal, Pessoas com Deficiência, Linhas de Produção

Abstract

Increasingly, organizations need to adapt their production lines to their audiences, including internal, allowing a wider range of people to have access to work. Thus, this article presents a comparative analysis of publications of universal design studies related to the inclusion of people with disabilities in industrial production lines. This work is guided by a framework of systematic literature review organized by filters, phases and stages in order to express the body of research about the search scope. As result, obtain the knowledge of the main gaps and opportunities in the area of publications. The conclusions of this article take relevance by promoting understanding of the processes of inclusion of people with disabilities in industrial production lines using universal design.

Keywords: *Universal Design, People with Disabilities, Production Lines*

1. Introdução

Atualmente, as organizações precisam estar cada vez mais alinhadas com os desejos de seu público, o que impacta em novos produtos, processos e estratégias. A melhoria contínua acaba sendo um requisito indispensável à sobrevivência das empresas. Além disso, há de se considerar que as empresas precisam compreender as necessidades de seus clientes para poderem se adaptar à nova realidade cada vez mais globalizada e concorrente. Porém, deve-se entender a importância do público externo sem perder o foco no público interno das organizações. Há de se considerar também que, para que as metas sejam atingidas e as empresas possam realmente atender o mercado, é necessário que o público interno possua uma grande qualidade profissional. Neste público interno inserem-se os trabalhadores de manufatura, responsáveis pelo processo produtivo, qualidade e cumprimento das exigências especificadas para cada produto. Basicamente todo o produto de mercado passa pelas mãos de trabalhadores qualificados que fazem o atendimento das necessidades dos clientes em forma de produtos sem falhas.

A partir desta percepção, entende-se que, para melhorar cada vez mais o atendimento das necessidades do mercado através de produtos manufaturados é necessário que os trabalhadores possam explorar cada vez mais as suas capacidades de trabalho. Assim, as linhas de produção devem permitir que qualquer pessoa consiga realizar a fabricação de produtos com o mesmo nível de qualidade, independentemente de sua situação física ou mental, desde que ela possua condições mínimas de trabalhar. Os processos produtivos devem estar organizados para a inclusão de pessoas com variações de idade, sexo, altura, peso e outras características pessoais de forma que estas possam realizar trabalhos, fortalecendo a sua condição profissional e de qualidade de vida.

No ano de 1991 o Governo Federal do Brasil aprovou a Lei 8213, conhecida mais tarde como Lei de Cotas. Esta lei, entre outras regulamentações, definiu a obrigatoriedade de inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho. Assim, existe um percentual mínimo de pessoas com deficiência que devem pertencer ao quadro de qualquer empresa como mais de 100 funcionários. Esta lei abriu uma discussão de como atender o público interno de uma maneira mais ampla, já que pessoas com diferentes necessidades pessoais devem ter oportunidade de se desenvolver através do trabalho profissional, inclusive em linhas de produção industriais. Esta oportunidade de inclusão legal pressupõe que toda a estrutura produtiva de uma indústria esteja preparada para que o novo integrante da empresa não fique restrito a um simples trabalho. É necessário permitir que este trabalhador possa explorar a sua potencialidade, além de transitar em vários postos produtivos e em todas as áreas da empresa, inclusive áreas comuns. Porém, de um modo geral, percebe-se que as empresas ainda tem dificuldades de cumprir integralmente a lei de cotas, principalmente devido às abordagens dos modelos de inclusão ainda muito incipientes.

Dentre as possíveis formas de guiar o processo de inclusão de pessoas com deficiência, destaca-se o Design Universal. Este método está baseado em princípios que devem ser avaliados em qualquer tipo de projeto, edificação, disposição, estrutura ou produto para permitir que uma quantidade ampla de pessoas possa acessá-lo, independentemente de sua necessidade pessoal.

Assim, a aplicação do design universal em análise de linhas de produção pode ser uma alternativa para facilitar a inclusão e o aproveitamento amplo das capacidades das pessoas com deficiência em trabalhos em linhas de produção industriais. Essa aplicação seguindo os princípios do design universal merece atenção e demonstra que um estudo mais amplo deve ser realizado para evidenciar a sua aplicação, assim como entender o rumo dos trabalhos que estão sendo realizados nestas áreas.

1.1 Contribuições e estrutura

Este artigo vem ao encontro de uma carência percebida nos trabalhos que possuem enfoque na inclusão de pessoas com deficiência em linhas de produção industriais. Acreditando-se que o design universal possa ser um forte orientador destes projetos, busca-se identificar como estes temas estão realmente se relacionando. A considerar que, havendo trabalhos que abordem os assuntos design universal, pessoas com deficiência e linhas de produção, poderá ser possível identificá-los através de uma análise estruturada de publicações. Neste artigo, a união dos três temas será referenciado como escopo de busca.

Sendo assim, a estrutura deste artigo foi definida para apresentar uma sequência linear de informações. Inicia-se na seção 1 com uma introdução e uma análise prévia das possíveis contribuições. A seção 2 apresenta a fundamentação dos três temas relacionados através da análise de vários autores que contribuem para o referencial teórico. A seção 3 apresenta o método utilizado e a descrição das etapas realizadas para se obter os artigos que realmente possuem enfoque no escopo de busca e são relevantes para a análise. Já a seção 4 mostra os resultados obtidos e as análises das publicações selecionadas, com enfoque na busca de lacunas e oportunidades. A seção 5 finaliza o artigo identificando se os objetivos foram atingidos e organizando as lacunas e oportunidades encontradas.

Deste modo, este artigo tem como objetivo apresentar um estudo bibliográfico de avaliação de publicações em periódicos internacionais que integrem os temas design universal, pessoas com deficiência e linhas de produção, assim como aproximações destes. Através de uma pesquisa ampla e estruturada, busca-se trabalhos que apresentem relações com desenvolvimentos para a melhoria do processo de inclusão nas condições definidas. Como resultado, entende-se que a análise dos artigos selecionados pode ser verificada sob os aspectos de relevância científica, métodos de pesquisa, setores de estudo, principais contribuições e oportunidades para estudos futuros.

2. Referencial Teórico

2.1 Design Universal

Em vários países existem iniciativas de melhorar a legislação para que pessoas com deficiência sejam incluídas no trabalho da melhor maneira possível. Assim, nos Estados Unidos tem-se o *Americans with Disabilities Act* (USA, 1990) e o Reino Unido utiliza o *Disability Discrimination Act* (UK, 1995). Já no Brasil, a Lei 8213 (BRASIL, 1991), conhecida como Lei

de Cotas especifica que toda a empresa com mais de 100 funcionários deve incluir no seu quadro de pessoal um percentual de 2 a 5% de pessoas com deficiência. Porém, resultados decorrem destas legislações como a dificuldade de atendê-las. Bell e Heitmueller (2009) argumentam que não há evidências claras da melhoria da taxa de emprego das pessoas com deficiência, principalmente devido à necessidade de grandes investimentos para adaptar as condições de trabalho a este público. Esta visão está alinhada com o Design Acessível definido por Saito (2006) como a estrutura em que as condições de trabalho devem possuir adaptações especiais para os trabalhadores com deficiência. Mesmo sendo uma visão inclusiva, este princípio realmente torna o processo mais caro que, segundo Jones e Latreille (2010), pode ser repassado aos trabalhadores com deficiência através de salários mais baixos.

Assim, para evitar a necessidade de adaptações especiais caras especificamente para as pessoas com deficiência, pode-se recorrer ao Design Universal como uma alternativa. Segundo Saito (2006), o Design Universal ou Design Inclusivo possui foco na concepção de produtos e ambientes que podem ser utilizados pela maioria da população, independentemente destas pessoas serem deficientes ou não. Esta linha de raciocínio dá enfoque na capacidade individual em vez da deficiência, utilizando como argumento que a não-inclusão está na má concepção de ambientes e produtos. (CLARKSON et al., 2003).

Segundo *The Center for Universal Design* (1997), o design universal está baseado em sete princípios fundamentais:

- Uso equitativo: O design é útil e comercializável para pessoas com diferentes habilidades.
- Flexibilidade no uso: O design acomoda uma ampla variedade de preferências e habilidades individuais.
- Uso simples e intuitivo: O uso do design é fácil de entender, independentemente da experiência do usuário, conhecimento, habilidades de linguagem ou nível de concentração atual.
- Informação perceptível: o design comunica eficazmente a informação necessária para o usuário, independentemente das condições ambientais ou habilidades sensoriais do usuário.
- Tolerância para o erro: O design minimiza perigos e consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais.
- Baixo esforço físico: O design pode ser utilizado de forma eficiente, confortável e com o mínimo de fadiga.
- Tamanho e espaço para aproximação e uso: Tamanho e espaço apropriado é fornecido para aproximação, alcance, manipulação e uso, independentemente do tamanho do corpo do usuário, postura ou mobilidade.

Há de se considerar que, segundo Clarkson et al. (2003), a grande diversidade da raça humana impede que o design universal possa ser aplicado em sua totalidade. Sempre haverá uma quantidade de exclusão, porém esta deve ser reduzida à sua menor possibilidade. Neste caso, na medida do possível, as adaptações e tecnologias assistivas podem ser utilizadas para permitir que estes grupos excluídos também consigam compartilhar dos mesmos meios.

2.2 Pessoas com deficiência

Segundo ILO (2014), uma em cada sete pessoas no mundo possui algum tipo de deficiência. Isso representa aproximadamente 14% da população mundial. Porém, esta situação varia para cada país devido às diferenças sociais, culturais, étnicas e outras. No Brasil, Oliveira (2012) indica que 23,9% dos brasileiros apresenta algum tipo de deficiência. Em relação ao trabalho, 57,3% dos homens com deficiência e 37,8% das mulheres com deficiência estão ocupados. Este número ainda é baixo em relação às expectativas baseadas em incentivos legais como a lei de cotas. Neste caso, existe uma dificuldade de tratativa deste público, pois as pessoas com deficiência não estão agrupadas homogeneamente. A deficiência é somente mais um fator da diversidade humana.

Segundo Powers (2008), dependendo da forma de classificar, as deficiências podem ser agrupadas em alguns tipos como as deficiências sensoriais, associadas às deficiências visual e auditiva; as deficiências físicas relacionadas às deficiências de mobilidade e ortopédicas; a deficiência intelectual relacionada às deficiências de aprendizagem, de compreensão e concentração; e as incapacidades psicossociais que incluem doenças mentais, comportamentos desajustados e distúrbios do humor, além das deficiências múltiplas que se enquadram em várias categorias.

Sendo assim, o que torna o processo de inclusão complexo é que há de se considerar a grande gama de necessidades específicas de cada indivíduo. Powers (2008) também explica que o modo de tornar uma pessoa com deficiência produtiva para um posto de trabalho depende da abordagem da inclusão e o atendimento destas necessidades específicas. A complexidade da análise da deficiência é significativa e o desenvolvimento de modelos de inclusão universais ainda são um grande desafio. Assim, uma alta variabilidade exige o atendimento de uma grande gama de especificidades. Uma pessoa surda pode requerer que seus colegas e supervisores se comuniquem pela linguagem de sinais. Já uma pessoa com dificuldade de mobilidade possui a necessidade de um *layout* (arranjo físico) ajustado à ótima transitabilidade. Pessoas com deficiência intelectual podem precisar de trabalhos divididos em etapas e com uma sequência de fácil compreensão. Deste modo, as questões relativas a produtividade das pessoas com deficiência devem considerar a diversidade das necessidades e o impacto sobre os indivíduos.

2.3 Linhas de produção industriais

Conforme Papadopoulos et al. (2009), as linhas de produção são em geral subconjuntos de sistemas de produção. Deste modo, existindo vários tipos de sistemas de produção, suas características geram linhas de produção específicas a cada produto ou processo. Nesta análise devem-se considerar várias características como linhas manuais ou automáticas, fluxo de produtos, estações de trabalho dedicadas ou flexíveis, alta ou baixa taxa de produção e outras. Linhas de produção são sistemas complexos. Assim, a compreensão das características de produção requer uma análise qualificada a fim de facilitar o desenvolvimento de um design específico.

Deste modo, Davis, Chase e Aquilano (2001) sugerem a classificação das linhas de produção em quatro diferentes tipos, sendo eles: por processo, por produto, de posição fixa e celular. Citam também que cada tipo de linha de produção gera um *layout* específico, permitindo que possam ser analisados separadamente. Sendo assim, as linhas de produção podem ser:

- Por processo, também chamada de *job shop* ou por função. É aquela onde as máquinas e postos com funções similares são agrupados e os produtos transitam ao longo de diversos agrupamentos, sem relação direta com um fluxo produtivo específico. Os operadores deste tipo de linha podem se tornar especialistas em determinado agrupamento de máquinas.
- Por produto ou por fluxo. É aquela nos quais os postos de trabalho ou equipamentos estão dispostos de acordo com etapas progressivas pelas quais o produto transita, no sentido do fluxo produtivo específico do produto. Neste tipo de linha de produção os operadores devem possuir flexibilidade para fazer conjuntos de operações diferentes em vários postos de trabalho.
- De posição fixa é aquele tipo de linha de produção que os equipamentos e postos de trabalho deslocam-se até o produto que está sendo processado, sendo que este comumente permanece fixo até a sua completa transformação. Os operadores necessitam de flexibilidade e mobilidade ampla para realizar os processos com vários deslocamentos.
- Celular é a linha onde máquinas e postos de trabalho diferentes são sequenciados de acordo com o caminho do produto, porém em formatos que permitam que um trabalhador opere várias ao mesmo tempo. Para que essa estrutura possa ser montada, os produtos devem possuir procedimentos similares, conhecidos como famílias. Desta maneira, as células de manufatura podem ser consideradas como um modelo híbrido, capaz de absorver características de cada um dos demais tipos de linhas de produção existentes.

3. Método e coleta de dados

Este trabalho caracteriza-se por uma revisão definida por Berto e Nakano (2000) como sendo teórico-conceitual e visa discutir conceitos a partir da análise da literatura sobre um conjunto de temas. Sendo assim, adotou-se o método de revisão bibliográfica sistemática apresentada por Conforto, Amaral e da Silva (2011). Este método prevê que a estrutura de análise siga uma sequência definida de três fases, sendo elas a Entrada, o Processamento e a Saída. Cada fase possui um conjunto de etapas que devem ser seguidas sequencialmente, conforme Figura 1.

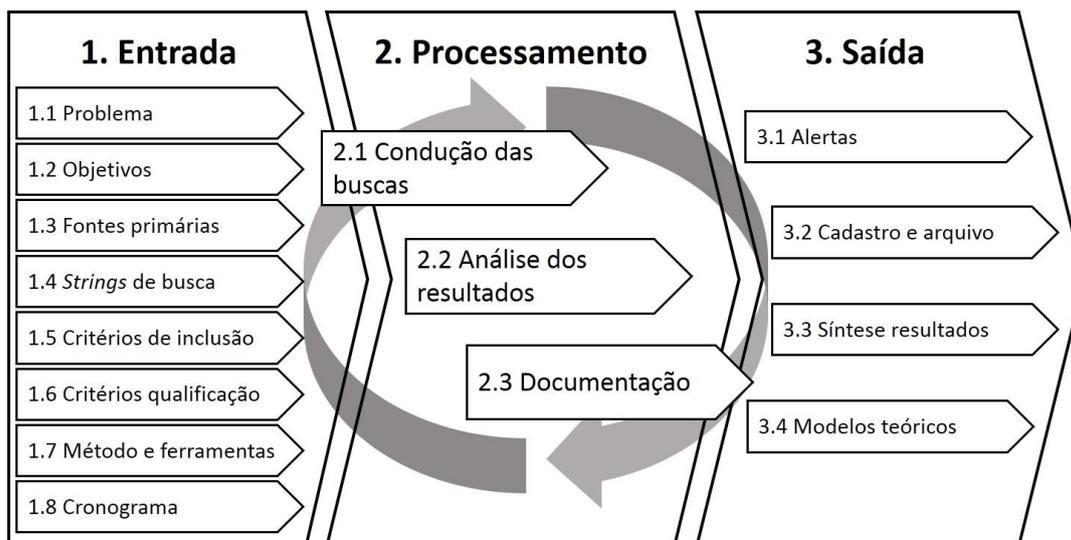


Figura 1 – Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática Fonte: Conforto, Amaral e da Silva (2011)

Deste modo, na fase de Entrada define-se o problema de pesquisa que neste trabalho é a identificação de artigos publicados em periódicos internacionais que constem especificamente de estudos de inclusão de pessoas com deficiência em linhas de produção industriais utilizando o design universal com princípio delineador. Assim, a pergunta de pesquisa definida é: “Quais as lacunas e oportunidades dos trabalhos publicados sobre uso do design universal em linhas de produção industriais para pessoas com deficiência?”. Como etapa posterior definiu-se então os objetivos desta análise sendo principalmente a apresentação de um estudo de avaliação de publicações em periódicos internacionais que integrem os três temas definidos: design universal, pessoas com deficiência e linhas de produção. Na sequência, realizou-se a definição das bases de dados que seriam utilizadas como fontes primárias. Assim, definiu-se que as bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Science Direct* seriam fontes primárias de coletas de dados, limitando-se a estas.

Segundo Conforto, Amaral e da Silva (2011), *strings* de busca são sequências de termos organizados utilizando operadores lógicos e combinando palavras referentes ao escopo de busca. No caso aplicado, três temas deveriam ser analisados: design universal, pessoas com deficiência e linhas de produção e outras expressões que representassem aproximações aos assuntos principais. Assim, definiu-se que as palavras que gerariam o *string* seriam expressões em língua inglesa que identificassem cada um dos temas analisados. Em relação ao tema design universal foram utilizadas as expressões *universal design*, *inclusive design*, *accessible design*, *user centred design*, *design for all* e *barrier free design*. Para o tema pessoas com deficiência, as expressões foram *disabled people*, *disabled person*, *handicapped*, *with special needs*, *with disabilities* e *disabled workers*. Já para o terceiro tema de linhas de produção, as expressões escolhidas foram *production line*, *manufacturing*, *manufacture*, *assembly line*, *production process*, *industrial process* e *industrial production*. Deste modo foi possível criar o *string* que foi utilizado nas bases de dados selecionadas, conforme Figura 2:

(universal design OR inclusive design OR accessible design OR user centred design OR design for all OR barrier free design) AND (disabled people OR disabled person OR handicapped OR with special needs OR with disabilities OR disabled workers) AND (production line OR manufacturing OR manufacture OR assembly line OR production process OR industrial process OR industrial production)

Figura 2 – String para trabalhos de design universal, inclusão de pessoas com deficiência e linhas de produção industriais.
Fonte: Os autores (2014)

Deste modo, com a utilização das palavras adequadas referentes a cada tema foi possível identificar quais os artigos que estavam inseridos obrigatoriamente nas três áreas, gerando uma área comum de busca, ou escopo de busca, conforme Figura 3.

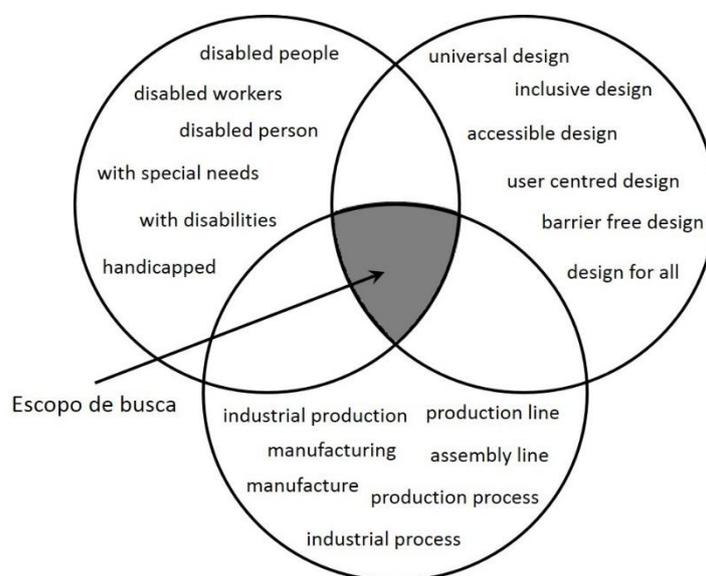


Figura 3 – Escopo de busca dos temas design universal, pessoas com deficiência e linhas de produção, e aproximações.
Fonte: Os autores (2014)

Os critérios de inclusão de artigos foram definidos antes da busca, sendo alinhados aos objetivos. Assim, optou-se por selecionar filtros automáticos que orientassem as primeiras etapas da pesquisa. Deste modo, foi utilizado um filtro para remover artigos publicados em eventos, livros e filmes, assim como patentes e citações. Também foram eliminados através de filtros automáticos as áreas que não possuíam relação com o escopo de busca definido, como *Chemistry, Medicine, Nursing, Law, Arts* e outros. Nesta etapa definiu-se que não haveria restrição de data ou período específico, permitindo que as buscas fossem de qualquer data até o período das buscas, assim como em qualquer campo das publicações. Também definiu-se que seria utilizado o software Mendeley® para organizar os resultados. As buscas de artigos foram

realizadas nas três bases no mês de março de 2014, conforme cronograma previamente definido, finalizando a fase de Entrada.

Após a primeira busca de artigos, os mesmos foram organizados eliminando-se os repetidos e iniciando-se assim a fase de Processamento. Foram lidos na sequência: título, palavras-chave e resumo. Deste modo, realizou-se a primeira filtragem após a coleta dos artigos, reduzindo-se a quantidade de resultados. Na leitura, procedeu-se a identificação do escopo de busca para verificar se estava alinhado aos objetivos da pesquisa, removendo os trabalhos que não possuíam relação com os temas. Na segunda filtragem foi realizada uma nova leitura, agora da introdução e conclusão dos artigos resultantes da primeira filtragem. Assim, identificou-se mais artigos sem relação direta com o escopo de busca principal. A terceira filtragem foi a leitura completa dos artigos e a separação dos aprovados para análise, finalizando a fase de Processamento.

Na fase de Saída foi realizado o cadastramento de alertas com o objetivo de receber por *e-mail* avisos quando novos artigos sobre o escopo de busca forem inseridos nas bases de busca. Após isso, foram realizadas a análise dos artigos selecionados, a síntese e apresentação dos resultados, com a conclusão e finalização da revisão bibliográfica sistemática.

4. Resultados e discussões

Como resultado da primeira busca em fontes primárias foi encontrado um conjunto de 132 artigos que cumpriram os requisitos de busca das bases de dados. Na análise de coleta, percebeu-se que alguns artigos estavam duplicados, por virem de bases diferentes. Assim, após a eliminação dos duplicados, restaram 118 artigos, sendo 75 da base *Science Direct*, 40 da base *Scopus* e 3 da *Web of Science*. Em seguida, estes artigos tiveram o título, resumo e palavras-chave lidos, realizando a primeira filtragem. Desta análise restaram 24 artigos. Na utilização da filtragem seguinte, com a leitura da introdução e conclusão, o número de artigos reduziu-se para 5 unidades. Estes artigos foram lidos completamente e identificou-se que todos possuíam relação com o escopo de busca proposto neste trabalho. Os 5 selecionados foram analisados para compor a base de análise bibliográfica deste artigo.

4.1 Síntese das publicações

Considerando os cinco artigos encontrados que atenderam o escopo de busca foi possível analisá-los individualmente e discutir sobre as suas apresentações que seguem resumidamente na sequência por ano de publicação.

Miralles et al. (2007) utilizaram uma análise matemática para propor uma solução para um problema de inclusão que é a questão de velocidade do operador. Assim, identificaram que seria necessário limitar algumas variáveis e trabalharam com uma análise chamada de *Assembly Line Worker Assignment and Balancing Problem* (ALWBAP). Trata-se de uma modelagem matemática que permite a análise de situações diferentes de distribuição de operadores em

postos considerando o balanceamento das atividades. Este modelo leva em conta as características específicas dos trabalhadores e auxilia no projeto de locais de trabalho segundo o design universal. Para comprovar o potencial da análise, realizaram uma aplicação num *Sheltered Work Center for Disabled* (SWD), organização sem fins lucrativos com enfoque em disponibilizar oportunidade de trabalho para pessoas com deficiência na Espanha. Demonstraram então, um estudo de caso salientando que a divisão do trabalho em tarefas simples se torna a ferramenta adequada para fazer determinadas deficiências do trabalhador parecerem invisíveis sob a ótica de produção. Também explicaram que, com a modelagem realizada, vários postos de trabalho tornaram-se adequados para um número maior de pessoas com deficiência.

Já Miralles et al. (2011) propuseram a análise do uso de *Poka-yokes*, dispositivos a prova de erros que reduzem a ocorrência de falhas humanas nos processos de fabricação, em linhas de produção. Deste modo, analisaram uma linha de montagem com 5 postos e 20 trabalhadores deficientes e identificaram os que tiveram dificuldades em pelo menos um dos postos. Assim, separaram os 12 que não conseguiram realizar montagens em todos os postos eficazmente. A partir disso, aplicaram o conceito de *poka-yokes* nos postos de trabalhos interligando as necessidades das pessoas com deficiência e as características dos postos de trabalho. Como resultado, tiveram uma diminuição no número de tarefas que nem todos conseguiam realizar de 61,7% para 25%. Finalizaram explicando que o resultado atende os conceitos do design universal, pois houve um aumento significativo na inclusão de pessoas com deficiência e que a inclusão total ainda é muito difícil, mas a redução da exclusão é mais realista.

Outro trabalho selecionado foi o de Bitencourt e Guimarães (2012) que estudaram a inclusão de 6 pessoas com deficiência em uma fábrica de calçados no Brasil. Este trabalho foi realizado com um grupo de pessoas, a maioria com deficiência mental, que passavam por um processo de inclusão na empresa promovido pela Associação dos pais e amigos dos excepcionais (APAE), que conta com uma equipe de suporte com psicólogos, pedagogos, neurologistas e outros. Os autores analisaram o trabalho de várias pessoas, deficientes ou não, e entrevistaram trabalhadores na empresa. Assim, formularam um questionário que foi aplicado aos 552 trabalhadores ligados à produção da empresa. Utilizando o método de Design Macroergonômico (MD), foi possível analisar as respostas, identificando e priorizando demandas de inclusão. Deste modo, realizou-se a redistribuição das tarefas e postos de trabalho, onde os trabalhadores com deficiência foram designados para as células de montagem e o trabalho distribuído de acordo com o ritmo de cada pessoa com deficiência. Os autores finalizaram deduzindo que o sucesso da inclusão de pessoas com deficiência depende das características da relação entre a produção e os sistemas de pessoal, ou seja, a forma como o sistema de trabalho é concebido.

Araújo, Costa e Miralles (2012), analisaram matematicamente o modelo *Assembly Line Worker Assignment and Balancing Problem* (ALWBAP), verificando a adição de duas variáveis a mais. Assim, pode-se entender o modelo com maior capacidade de avaliação de complexidade e flexibilidade para a inclusão de trabalhadores com características heterogêneas. Deste modo, o modelo foi analisado matematicamente e com uso computacional, sendo que os resultados foram apresentados em modelos lineares e procedimentos heurísticos para as duas novas condições. Os autores esclareceram que estas novas variáveis são úteis em casos práticos onde o

objetivo da inclusão é integrar progressivamente as pessoas com deficiência ou com limitações em linhas de montagem convencionais. Ao final, chegaram à conclusão que os modelos matemáticos podem mostrar eficiência como suporte na análise da complexidade da inclusão de pessoas com deficiência em linhas de produção industriais.

Por fim, Yan, Shiqi e Gwen-guo (2013) verificaram que as necessidades das pessoas com deficiência física e os sistemas de produção formam relações complexas, que devem ser analisadas por modelos. Porém, analisando os estudos existentes identificaram que as modelagens para a inclusão de pessoas com deficiência em linhas de produção concentram-se na modelagem da tarefa. Assim, desenvolveram uma modelagem baseada no comportamento específico de pessoas com deficiência física. Então, estudaram os níveis de restrição e propuseram um modelamento que inclui o comportamento complexo das pessoas com deficiência integrando tarefa e deficiência física. Deste modo, foi possível simular uma série de movimentos, posturas e restrições. Assim, geraram modelos que incluem a análise dinâmica, identificando movimentos e posições ideais para deficientes físicos em linhas de produção. Este trabalho pode facilitar a identificação de melhores postos e tarefas para a inclusão de pessoas com deficiência física em linhas de produção industriais.

4.2 Caracterização e análise das publicações

A análise das publicações selecionadas seguiu o critério de identificar e discutir características que sejam básicas para a compreensão do contexto dos trabalhos já publicados. Assim, os critérios a serem avaliados foram definidos como relevância científica, métodos de pesquisa, setores de estudo, principais contribuições e oportunidades para estudos futuros.

Em relação a relevância científica, buscou-se entender o peso dos trabalhos diante da comunidade científica e hierarquizar os artigos selecionados, conforme Tabela 1.

Referência	Citações (<i>Google Scholar</i>)	Periódico	Fator de Impacto (<i>SCImago, 2012</i>)	Relevância
Miralles et al. (2007)	44	International Journal of Production Economics	2,020	1°
Miralles et al. (2011)	2	Journal of Industrial Engineering and Management	Não disponível	3°
Bitencourt e Guimarães (2012)	0	Work	0,271	5°
Araújo, Costa e Miralles (2012)	5	International Journal of Production Economics	2,020	2°
Yan, Shiqi e Gwen-guo (2013)	0	Chinese Journal of Mechanical Engineering	0,526	4°

Tabela 1 – Análise da relevância dos artigos selecionados Fonte: Os autores (2014)

Para identificar a relevância buscou-se a compreensão do fator de impacto dos periódicos onde os artigos foram publicados e o número de citações de cada artigo. Como base de busca, utilizou-se o *SCImago Journal & Country Rank* para fator de impacto e o *Google Scholar* para o número de citações do periódico, sendo estes analisadores e buscadores de publicações disponíveis na web. Assim, identificou-se que o trabalho de Miralles et al. (2007) é o que apresenta a maior relevância científica para o escopo de busca utilizado. Como critério, definiu-se que o número de citações é mais significativo para definir a relevância de um artigo para a comunidade científica.

Devido a quantidade pequena de artigos finais analisados, verifica-se que não há um periódico de referência clara, apesar do *International Journal of Production Economics* ter se sobressaído. Esta publicação possui enfoque basicamente em temas de cadeia de suprimentos, design de produção e seleção de fornecedores. Das 4 publicações em que os artigos finais foram publicadas, 2 são da área de engenharia de produção, 1 é de engenharia mecânica e 1 de reabilitação. Outra questão que chama a atenção foi a ausência de publicações em periódicos internacionais na área de design, já que esta é a área que deveria direcionar os trabalhos. Apesar de três deles citarem explicitamente o Design Universal como delineador do artigo (MIRALLES et al., 2007; MIRALLES et al., 2011; ARAÚJO, COSTA e MIRALLES, 2012), as publicações não foram realizadas em periódicos desta área.

Segundo Berto e Nakano (2000), as pesquisas científicas podem ser classificadas como modelagem, simulação, *survey*, estudo de caso, estudo de campo, experimento e teórico/conceitual. Deste modo, pode-se definir e classificar os artigos encontrados segundo o escopo de busca. Sendo assim, entende-se que dois artigos se enquadram como modelagem (ARAÚJO, COSTA e MIRALLES, 2012; YAN, SHIQI e GWEN-GUO, 2013) e três como estudo de caso (MIRALLES et al., 2007; MIRALLES et al., 2011; BITENCOURT e GUIMARÃES, 2012). Segundo os autores, modelagem é quando utilizam-se técnicas matemáticas pra descrever o funcionamento de um sistema ou parte dele. Já estudo de caso é uma análise aprofundada de um ou mais casos com coleta de dados e interação entre o pesquisador e o objeto de pesquisa. Os estudos de caso foram realizados em linhas de produção e postos de trabalhos de três diferentes produtos: componentes para móveis, dispositivos eletrônicos e calçados.

Uma percepção ao longo da pesquisa realizada está nos setores e áreas de estudo. A utilização do design universal como delineador da inclusão de pessoas com deficiência foi um enfoque encontrado em uma significativa quantidade de artigos, porém em aplicações diferentes como mobilidade urbana, ambiente residencial e inclusão escolar. Ao realizar o escopo de busca, reduziu-se significativamente a quantidade de artigos encontrados. Miralles et al. (2011) já havia antecipado que há uma falta de publicações unindo os temas design universal e pessoas com deficiência em aplicações em linhas de produção. Portanto, como o escopo de busca está interligando temas de três áreas diferentes (Design, Reabilitação e Engenharia de Produção), percebeu-se um enfoque maior na área de engenharia de produção, sendo ainda um tema de pouca percepção pela área de design. Esta carência demonstra uma lacuna a se trabalhar e planejar novos estudos.

Os artigos analisados apresentam contribuições significativas para a inclusão de pessoas com deficiência em linhas de produção sob o enfoque do design universal. Araújo, Costa e Miralles (2012) e Yan, Shiqi e Gwen-guo (2013), ao realizarem modelagens matemáticas e computacionais, indicam uma linha de estudos voltada à busca do entendimento de como se relacionam as necessidades das pessoas com deficiência e as linhas de produção. Em vários momentos os autores questionam os modelos existentes e ratificam a complexidade das relações. Também defendem que modelos matemáticos são importantes para antecipar os problemas e organizar o método de inclusão. Já Miralles et al. (2007) também realizam uma modelagem matemática, mas aplicam em uma linha de produção com o objetivo de validar a sua análise teórica. Assim, conseguem resultados de melhor inclusão de pessoas em postos compartilhados. Bitencourt e Guimarães (2012) e Miralles et al. (2011) fazem aplicações diretas em postos de trabalho de linhas de produção. Utilizando abordagens diferentes, apresentam estudos de inclusão de pessoas basicamente com deficiência mental. Estes trabalhos contribuem por demonstrar aplicações bem mais complexas, pois a modelagem das necessidade das pessoas com deficiência mental ainda é um grande desafio. Assim sendo, os autores buscam outras formas de abordagem como questionários qualitativos e dispositivos a prova de erros, mostrando que existem outros métodos de realizar a inclusão com sucesso. Percebe-se a partir disso, que os autores que realizaram estudos de caso evidenciam a dificuldade de gerar métodos universais de inclusão. Por mais que apresentem evoluções no processo de inclusão, acrescentam que a inclusão total ainda não é possível. Em vários momentos contabilizam o sucesso da inclusão na quantidade de postos que a pessoa com deficiência pode operar ou na qualidade percebida do trabalho. Abre-se então, uma lacuna de estudos de formas de medir e quantificar a inclusão de vários tipos de deficiências em vários tipos de linhas de produção, tendo como fronteira a inclusão universal. Deste modo, pode-se identificar qual das várias abordagens está trazendo melhores resultados considerando um método de medição comum a todos.

Assim, na estruturação deste trabalho acrescenta-se que, se por um lado a identificação das lacunas foi realizada em função da análise da bibliografia selecionada, as oportunidades para estudos futuros foram verificadas em função das orientações dos próprios autores. Deste modo, a análise das oportunidades atende os objetivos deste artigo. Para isso, ressalta-se que foram analisadas somente as oportunidades e limitações claramente relatadas pelos respectivos autores. Estas evidências foram compiladas e estão apresentadas na Tabela 2.

Referência	Oportunidades para trabalhos futuros
Miralles et al. (2007)	<ul style="list-style-type: none"> - Estudos relacionados à rotação de trabalho, pois como os tempos de tarefas são diferentes dependendo do trabalhador, estes procedimentos não são tão óbvios para pessoas com deficiência em linhas de montagem comuns. - Considerar um estudo utilizando modelagem e design envolvendo estações de trabalho paralelas e linhas em “U”, o que permitiria mais combinações de atribuições.
Miralles et al. (2011)	<ul style="list-style-type: none"> - Existem limitações na abordagem de uso de <i>poka-yokes</i> em linhas de produção para permitir a inclusão de pessoas com deficiência. Então, é necessário desenvolver novas abordagens de fácil implementação sem a

	<p>necessidade de conhecimentos especializados.</p> <ul style="list-style-type: none">- Estudos de quanto um determinado <i>poka-yoke</i> pode impactar na taxa de inclusão de pessoas com deficiência.- Projetar uma metodologia prática delineando os passos que uma empresa deve tomar para desenvolver e implantar <i>poka-yokes</i> apropriados nos locais de trabalho.
Bitencourt e Guimarães (2012)	<ul style="list-style-type: none">- As pessoas com deficiência mental carecem de condições diferenciadas, como beber água, ir ao banheiro e outras durante o trabalho. Assim, precisa-se entender estas necessidades e organizá-las de um modo flexível.- Boas condições de trabalho não são suficientes para a inclusão de pessoas com deficiência, sendo necessário avaliar as condições de acesso, como corredores, calçadas e todo o entorno.- Estudo de avaliação e medida da produtividade das pessoas com deficiência mental em relação aos outros funcionários.- Desenvolvimento de um procedimento de inclusão de pessoas com deficiência mental com meios de apoio, assistência e especialistas durante o processo, além do compromisso da administração da empresa.
Araújo, Costa e Miralles (2012)	<ul style="list-style-type: none">- Desenvolver um proposta de rotação de trabalho com as atribuições possíveis a partir de novas abordagens.- Avaliar a otimização da inclusão de pessoas com deficiência através de estudos de metaheurística algoritmo genético para uma nova abordagem construtiva de linhas de produção.
Yan, Shiqi e Gwen-guo (2013)	<ul style="list-style-type: none">- Avaliar o movimento de pesos com o treinamento da rede neural com mais amostras e montar um esqueleto cinemático baseado na observação cuidadosa do movimento real das pessoas com deficiência física.

Tabela 2 – Principais oportunidades de trabalhos futuros orientados pelos autores dos artigos selecionados
Fonte: Os autores (2014)

Observa-se que, basicamente há três linhas de oportunidades orientadas pelos autores dos artigos selecionados. A primeira está relacionada a continuação de estudos desenvolvidos pelas modelagens, com aumento do número de variáveis, análise de configurações de linhas de produção e uso de simulação de movimentos das pessoas com deficiência. Outra linha de oportunidade identificada é a análise e aplicação de novas abordagens de inclusão para identificar as que trazem melhores resultados, assim como critérios de avaliação e melhorias da qualidade do trabalho. De certa maneira, isso justifica a ausência da existência de um modelo universal, pois os autores apresentam diferentes abordagens e vários questionamentos sobre elas. A terceira linha de oportunidade está relacionada ao desenvolvimento de procedimentos e guias para orientar o trabalho de inclusão, principalmente devido aos estudos serem ainda experimentais, onde a metodologia é ajustada ao longo do processo. De certa maneira, isso gera bases históricas para melhorar os processos de inclusão. Nesta área encaixam-se os questionamentos de quem deve participar e qual o papel de cada pessoa na inclusão.

5. Conclusões

Considerando-se o objetivo de apresentar um estudo bibliográfico de trabalhos relacionados à inclusão de pessoas com deficiência em linhas de produção industriais segundo o design universal, desenvolveu-se um levantamento de publicações filtradas por critérios para extrair

lacunas e oportunidades de estudos sobre os temas, segundo um roteiro de revisão bibliográfica sistemática. Foi apresentada a evolução da pesquisa realizada e um panorama de publicações, dando-se destaque para as que se mostraram mais integradas aos temas e que compõem o escopo de busca. Deste modo, chegou-se às cinco publicações mais relevantes. Com a análise destas, pode-se identificar as lacunas da literatura sobre o tema, buscando-se esclarecer as oportunidades de estudos futuros.

Entende-se que duas lacunas foram identificadas, sendo a primeira relacionada a exploração do estudo de inclusão de pessoas com deficiência em linhas de produção em publicações da área de design, gerando uma possível nova linha de pesquisa. A segunda está no estudo de formas de medir e quantificar a inclusão através de critérios de análise buscando-se comparar à inclusão universal. Em relação às oportunidades, três linhas de trabalhos futuros foram identificadas. A continuação dos estudos com modelagens matemáticas incluindo uma quantidade maior de variáveis, novas abordagens de inclusão em busca da que pode apresentar melhores resultados e a estruturação ampla de procedimentos e guias de orientação de processos de inclusão que podem gerar históricos para novos desenvolvimentos.

Assim, recomenda-se a avaliação dos temas deste artigo de forma mais segmentada, utilizando os resultados encontrados para identificar as melhores práticas de inclusão de pessoas com deficiência em outros ambientes de trabalho. Assim, o design universal continuará sendo o delineador, mas para aplicações isoladas e que podem ser comparadas, gerando uma base maior de dados para encontrar outras abordagens e métodos que podem ser referência para a inclusão em linhas de produção.

Referências

ARAUJO, Felipe F. B.; COSTA, Alysson M.; MIRALLES, Cristóbal. Two extensions for the ALWABP: Parallel stations and collaborative approach. *International Journal of Production Economics*, Amsterdam, n. 140, p.483-495, 2012.

BELL, D.; HEITMUELLER, A. The Disability Discrimination Act in the UK: helping or hindering employment among the disabled?. *Journal of Health Economics*, n. 28, p. 465–480, 2009.

BERTO, Rosa Maria V. S.; NAKANO, Davi N. A produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. *Produção*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 65-76, 2000.

BITENCOURT, R. S.; GUIMARÃES, L. B. de M. Inclusion of people with disabilities in the production system of a footwear industry. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, Birmingham, v. 41, p.4767-4774, 2012.

BRASIL. Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18213cons.htm>. Acesso em 28 abr. 2014.

CLARKSON, P.J. et al. Inclusive Design: Design for the Whole Population. Springer, London, 2003.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; DA SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Porto Alegre, 2011.

DAVIS, Mark M.; CHASE, Richard B.; AQUILANO, Nicholas J. Fundamentos da administração da produção. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ILO – International Labour Organization. Inclusion of persons with disabilities. Disponível em: <<http://www.ilo.int/skills/areas/inclusion-of-persons-with-disabilities/lang-en/index.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

JONES, M. K.; LATREILLE, P. Disability and Earnings: are employer characteristics important?. Economics Letters, n. 106, p. 191-194, 2010.

MIRALLES, Cristóbal et al. Advantages of assembly lines in Sheltered Work Centres for disabled: a case study. International Journal of Production Economics, Amsterdam, n. 110, p.187-197, 2007.

MIRALLES, Cristóbal et al. Universal design of workplaces through the use of Poka-Yokes: case study and implications. Journal of Industrial Engineering and Management, Terrassa, v. 4, n. 3, p.436-452, 2011.

OLIVEIRA, Luiza Maria B. Cartilha do Censo 2010: pessoas com deficiência. Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

PAPADOPOULOS, C. T. et al. Analysis and Design of Discrete Part Production Lines. Springer Optimization and Its Applications, v. 31, 2009.

POWERS, Tony. Recognizing ability: the skills and productivity of persons with disabilities - literature review. International Labour Organization, 2008. Disponível em: <<http://www.ilo.org/public/english/employment/download/wpaper/wp3.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

SAITO, Y. Awareness of universal design among facility managers in Japan and the United States. Automation in Construction, n. 15, p. 462–478, 2006.

THE CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. The Principles of Universal Design. Versão 2.0, North Carolina University State, 1997. Disponível em <http://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/pubs_p/docs/poster.pdf>. Acesso em 28 abr. 2014.

UK. Disability Discrimination Act 1995. Disponível em <<http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1995/50/contents>>. Acesso em 28 abr. 2014.

USA. Americans with disabilities act of 1990. Disponível em <<http://www.ada.gov/pubs/adastatute08.htm>>. Acesso em 28 abr. 2014.

YAN, Fu; SHIQI, Li; GWEN-GUO, Chen. Motion/Posture modeling and simulation verification of physically handicapped in manufacturing system design. Chinese Journal of Mechanical Engineering, Wuhan, v. 26, n. 2, p.225-231, 2013.

Sobre os autores

Edson Sidnei Maciel Teixeira

É estudante de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDesign) da UFPR. Possui mestrado em Engenharia de Produção. Atualmente é docente da área de mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina e desenvolve pesquisa na estruturação de linhas de produção inclusivas para portadores de deficiência.

e-mail: edson.teixeira@ifsc.edu.br

Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto

É Doutora em Engenharia de Produção pela UFPR e RWTH-Aachen, Alemanha. Professora Associada atuando no Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDesign) da UFPR, coordena o Laboratório de Ergonomia e Usabilidade (LABERG, UFPR). Atua dentro dos enfoques de Design, Usabilidade, Ergonomia e Cad3D.

e-mail: lucia.demec@ufpr.br

Adriano Heemann

É Professor e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDesign) da UFPR. Possui doutorado em Engenharia Mecânica pela TU Braunschweig, Alemanha, sendo pesquisador do grupo Design Sustentável e membro do comitê científico de periódicos e congressos da área de Design. Seu principal objeto de pesquisa é a Colaboração no desenvolvimento de Produtos, Sistemas e Serviços.

e-mail: adriano.heemann@ufpr.br