

# APRIMORANDO TREINAMENTOS NA INDÚSTRIA COM O USO DE REALIDADE VIRTUAL \*

Alexandre Caldellas Barbosa<sup>1</sup>

Ewerton Campos<sup>2</sup>

Renato Cortes<sup>3</sup>

Claudia Lopes<sup>4</sup>

## Resumo

São diversas as razões para se utilizar a realidade virtual (RV) em treinamentos, dentre elas pode-se destacar a redução de custos, redução de riscos ao ambiente e envolvidos e também a possibilidade de reproduzir ou simular situações impossíveis, muito complexas ou ainda em outro lugar ou até mesmo em outro espaço temporal. Nesse trabalho será apresentado um estudo exploratório sobre o uso de RV, realizado uma pesquisa de mercado e apresentado o estudo de caso de como a ArcelorMittal Tubarão vem trabalhando essa tecnologia nos seus treinamentos corporativos no ano de 2019. A aceitação da tecnologia pelos empregados nos treinamentos foi acima de 98% e também foi demonstrado que além de aumentar a atratividade e a retenção do conhecimento, os ganhos foram ligados também a redução de riscos, redução de tempo de treinamento, experimentação de situações críticas, redução de custos, ou seja aumentou a eficiência e eficácia do treinamento.

**Palavras-chave:** Realidade Virtual; Treinamento; Simulação.

## IMPROVING TRAINING IN THE INDUSTRY WITH THE USE OF VIRTUAL REALITY

### Abstract

There are several reasons to use virtual reality (VR) in training, we can highlight the reduction of costs, reduction of risks to the environment and involved and also the possibility to reproduce or simulate situations impossible, very complex or even in another place or even in another time space. This paper will present an exploratory study on the use of VR, a market research was conducted and presented the case of how ArcelorMittal Tubarão has been working with this technology during its corporate training in the year 2019. The acceptance of technology by employees in training was above 98%, and it was also demonstrated that in addition to increasing attractiveness and retention of knowledge, the gains were also linked to risk reduction, reduction of training time, the experimentation of critical situations and reduction of costs, giving more efficiency and effectiveness to the training.

**Keywords:** Virtual Reality; Training; Simulation.

<sup>1</sup> *Ciência de Computação, Msc, Engenharia de Produção, Especialista em TI/TA e Inovação Digital, Departamento de TI e Automação de Processos, ArcelorMittal Tubarao, Vitória, ES, Brasil.*

<sup>2</sup> *Engenheiro de Segurança do Trabalho, Engenharia de Segurança do Trabalho, ArcelorMittal Tubarao, Vitória, ES, Brasil.*

<sup>3</sup> *Especialista de Confiabilidade de Equipamentos, Área de Manutenção de Pontes Rolantes e Refino do Aço, ArcelorMittal Tubarao, Vitória, ES, Brasil.*

<sup>4</sup> *Analista de Recursos Humanos, Departamento de Recursos Humanos, ArcelorMittal Tubarao, Vitória, ES, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de realidade virtual não é recente e apesar de muito difundido no universo do entretenimento, apenas nos últimos anos vem crescendo de forma exponencial nas indústrias. Esse crescimento está diretamente relacionado com a digitalização e ao crescente uso das tecnologias disruptivas apontadas nas vertentes da indústria 4.0, dentre elas a realidade virtual.

A Realidade Virtual pode ser caracterizada pela integração de três ideias básicas: imersão, interação e envolvimento. Num treinamento com RV permite ao aluno: a) Eliminar riscos e perigos para o ambiente, para o professor ou para o aprendiz; b) Tornar o aprendizado mais interessante e divertido com o objetivo de melhorar a motivação e a atenção; c) Reduzir custos, quando a utilização do objeto e do ambiente real for mais dispendiosa que a simulação; d) Possibilitar que se faça coisas que são impossíveis de serem feitas no mundo real ou muito caros ou muito distantes, ou ainda porque esse lugar está no passado (lugares históricos); e) Acelerar o aprendizado; Integrar habilidades e conhecimento; f) Aumentar a retenção através do reforço e do realismo; g) Melhorar a transferência de aprendizagem para o mundo real; h) Acessar o conteúdo de aprendizagem em qualquer lugar e em qualquer tempo (em caso de uso RV online). Devido a complexidade e os altos custos envolvidos, esses treinamentos com RV estiveram restritos a poucos contextos como: agências espaciais, companhias aéreas, máquinas agrícolas e equipamentos portuários. Com maior acesso a essas tecnologias e a digitalização das indústrias, a realidade virtual passou a fazer parte também dos treinamentos na indústria. Num cenário onde a necessidade de capacitação da equipe é diária, a multifunção do empregado é comum e o acesso da informação é constante o uso da realidade virtual aplicada a treinamentos passou a ser uma demanda crescente, visando inicialmente aumentar a motivação e atratividade das equipes nos treinamentos ao novo perfil do aluno, aliado a necessidade de aumentar a eficiência e eficácia dos treinamentos. A tecnologia pode ser utilizada como elemento fundamental nas etapas de treinamento de novos colaboradores da ArcelorMittal, bem como em processos de reciclagem dos profissionais. Com o uso da tecnologia, pode-se avaliar o comportamento do usuário e também seu desempenho numa determinada atividade ou disciplina de forma objetiva, sem a necessidade de mobilizar um instrutor especialista, recurso valorizado, e além disso sem a necessidade de se expor a diversos riscos reais. Esse trabalho vai apresentar em quais treinamentos a ArcelorMittal Tubarão vem aplicando o uso da realidade virtual e detalhar quais equipamentos, tecnologias e ferramentas estão sendo utilizadas para suportar esse ambiente de capacitação de novos e reciclagem dos atuais funcionários.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Materiais e Métodos

A empresa ArcelorMittal Tubarao iniciou no 2º semestre de 2018, uma iniciativa dentro do programa Comportamento Seguro, para aumentar a eficiência e eficácia dos treinamentos com redução de exposição a risco. Foram avaliadas diversas tecnologias, dentre elas pode-se destacar o uso de realidade virtual. Baseado na andragogia, a retenção do conhecimento no processo de aprendizado é maior

quando experimentamos na prática uma atividade e a realidade virtual auxilia nessa experimentação. A figura abaixo demonstra como aprendemos.



**Figura 1.** Pirâmide de aprendizagem de William Glasser.

Dentre diversos treinamentos com foco em segurança avaliados, foi feita uma priorização baseada em treinamentos que haviam registros históricos de sugestões por não haverem parte prática por indisponibilidade de equipamentos; os treinamentos em que o treinamento prático demandavam de muito tempo do equipamento no ambiente real, prejudicando a operação e com grande exposição ao risco; e também os treinamentos relacionados ao programa de integração ao novo funcionário, onde visa atrair e reter os novos funcionários.

Dentre os treinamentos priorizados para haver uma necessidade de reformulação com o uso de novas tecnologias, foram classificados em grupos:

- Treinamento Online (acesso pelo desktop)
- Treinamento teórico com dinâmica em realidade virtual (sala teórica com RV)
- Treinamento prático com realidade virtual (sala prática de RV)

Para preparar a disponibilização desses treinamentos, fez parte inicial desse trabalho o de avaliar as tecnologias disponíveis de hardware e software em realidade virtual disponíveis no mercado e definir uma arquitetura mínima de software e hardware para suportar as soluções e garantir uma crescimento e continuidade da solução de treinamento sem uma alta dependência da equipe de tecnologia. Também a modalidade de contratação desses treinamentos, é fundamental para garantir a continuidade e evolução desses treinamentos.

Este trabalho irá apresentar a arquitetura proposta de hardware e software e os treinamentos priorizados para serem utilizados com o uso de realidade virtual (itens b e c) e priorizados para serem preparados em 2019.

Definido os treinamentos prioritários, a arquitetura mínima, um trabalho de detalhamento técnico (ET-Especificação Técnica) para cada iniciativa fez necessária:

- realizar as orientações gerais da arquitetura;
- orientações específicas da arquitetura;
- requerimentos de infra estrutura de sala e hardwares específicos;
- detalhamento dos requisitos e roteiros do treinamento necessários, item que é de responsabilidade das áreas de negócio que são os efetivos geradores de conteúdo do treinamento.

Ao final deverá ser ajustada a governança corporativa de treinamentos para sustentar essa nova modalidades de treinamento, adequar o papel e responsabilidade do instrutor e/ou padrinho, implementar uma metodologia de preparação e realização de treinamentos treinamento alinhada ao processo atual e as diretrizes estabelecidas pelo recursos humanos.

## 2.2 Resultados e Discussão

Foram realizados *benchmarks* no grupo ArcelorMittal de soluções implantadas, nas diversas unidades ao redor do mundo, visando buscar referências de arquitetura utilizada e do uso da tecnologia.

Foi realizada pesquisa de mercado dos diversos equipamentos, ferramentas de desenvolvimento de solução 3D com realidade virtual, fornecedores e foi definida a arquitetura básica conforme demonstrado na figura 2.



**Figura 2.** Principais equipamentos de mercado.

Além de definir uma infra estrutura de hardware mínima, visando permitir um aumento da escala de geração de novos treinamentos com um fornecimento de forma padronizada pelo fornecedores tecnológicos, foram realizadas orientações também de ferramentas de software e de configuração para serem seguidas pelas equipes de desenvolvimento.

Foram priorizados pela empresa para 2019 os treinamentos relacionados as regras de ouro, comportamentos seguro, normas de segurança (NRs), simulação de operação de pontes com cabine, conforme demonstra a figura 3.



**Figura 3.** Treinamentos priorizados.

Cada iniciativa gerou uma especificação técnica (ET) própria para contratação, para realizar: a) as orientações gerais da arquitetura; b) orientações específicas da arquitetura; c) detalhamento dos quesitos específicos do treinamento necessário, definido juntamente com as áreas de negócio que são os geradores de conteúdo do negócio.

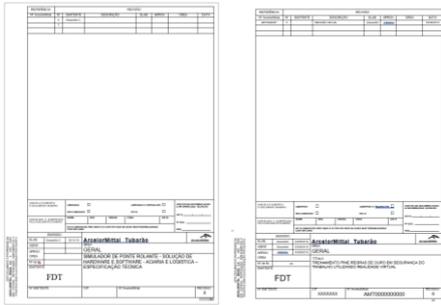


Figura 4. ET-Especificação Técnica.

- Treinamento 1: Treinamento Teórico com dinâmica com uso de VR

#### **NR11-Operação de Talha**

A NR 11 é norma está relacionada ao TRANSPORTE, MOVIMENTAÇÃO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS. Ela trata da operação de elevadores, guindastes, talhas, pontes e outros transportes industriais e máquinas transportadoras que possuam força motriz própria.

Esse treinamento visa complementar o treinamento teórico já existente na empresa na operação de talhas, dando uma noção do equipamento e uma experimentação virtual no formato de dinâmica com alguns alunos.

- Treinamento 2: Treinamento Teórico com dinâmica com uso de VR

#### **NR11-Operação de Ponte Rolante com controle remoto**

Esse treinamento visa complementar o treinamento teórico já existente na empresa na operação de pontes rolantes, dando uma noção do equipamento e uma experimentação virtual no formato de dinâmica com alguns alunos.

- Treinamento 3: Treinamento Prático com VR

#### **Simulador de ponte rolante**

O simulador de pontes rolantes deverá ser utilizado como elemento fundamental nas etapas de treinamento de novos colaboradores operadores de ponte rolante com cabine da ArcelorMittal, bem como em processos de reciclagem dos profissionais que já operam pontes rolantes. A solução proposta poderá avaliar o desempenho do usuário.

Por ser uma operação de alto risco é importante utilizar essas tecnologias e ferramentas de simulação para permitir os operadores possam:

- Familiarizar-se com os controles da ponte
- Conhecer o uso dos componentes de movimentação
- Conhecer os riscos da operação sem exposição
- Capacitar-se antes de iniciar um treinamento prático real
- Aprender como operar de forma segura
- Realizar treinamento com maior produtividade e sem interrupções que ocorrem no processo
- Reduzir tempo de alocação de padrinho full time para cada operador novo
- Treinar cenários de urgência e emergência
- Reciclar o conhecimento após ausências longas do operador (licenças, afastamento e férias)
- Executar diferentes cenários de movimentação de painéis com carga líquida e movimentação de bobinas

- Treinamento 4: Treinamento Prático com VR  
**Comportamento Seguro – Identificação e Controle de Riscos**

Capacitar e verificar o conhecimento dos colaboradores em percepção de risco e regras de ouro definidas com foco nos perigos inerentes ao trabalho industrial.

O usuário irá explorar um galpão industrial, com movimentação de equipamentos, cargas suspensas, trabalho em altura, trabalho em painéis elétricos, armazenamento de materiais etc. Durante a experiência ele deverá identificar os desvios de segurança, indicar qual o risco identificado e qual seria a forma correta de mitigar o problema.

As Regras de Ouro, guia para a segurança dos colaboradores, deverão ser observadas e referenciadas durante a experiência.

As Regras de Ouro definem:

É Obrigatório:

- Trabalhar em altura utilizando todos os EPIs, especialmente o cinto de segurança;
- Realizar o procedimento de impedimento quando intervir em equipamentos;
- Cumprir os procedimentos nas áreas com possibilidade de vazamento de gás e nos espaços confinados;
- Fazer análise de risco, aplicar todos os controles previstos no documento e respeitar o isolamento de área;
- Utilizar todos os equipamentos de segurança individuais e coletivos especificados para a atividade/área;
- Respeitar as regras de trânsito e parar nas passagens de nível.

É Proibido:

- Transitar embaixo de cargas suspensas;
- Utilizar a mão como guia para cortes e também para posicionar cargas suspensas;
- Executar atividade para o qual não esteja treinado ou habilitado;
- Tornar inoperantes os dispositivos de segurança.

Os 4 treinamentos priorizados tiveram características distintas, o que enriquece a análise na definição da arquitetura do piloto. Essa variação de características fortalece a arquitetura definida e avalia os benefícios em cenários distintos de treinamentos.

Ao utilizar a realidade virtual, a empresa reduzirá os riscos e custos dos treinamentos, enquanto aumenta o potencial produtivo dos seus colaboradores, engajando-os de verdade.

Para garantir aos requisitos básicos dos treinamentos o hardware deve suportar treinamentos com as seguintes características:

- Sistemas multi-imagem: permitindo que imagens geradas por computador sejam distribuídas e sincronizadas entre diversas saídas (múltiplos monitores/projetores) ou o uso de realidade virtual.
- Sistemas de renderização 3D em tempo real: incluindo suporte para características como iluminação dinâmica, sombras dinâmicas, efeitos de neblina, reflexão, espelhamento, materiais de composição de objetos, efeitos de explosão, chuva, manchas, fluidos, partículas, aceleração por hardware.
- Sistemas de simulação física: reproduzindo gravidade, elasticidade, fricção, resistência, detecção de colisão, conexões de juntas, polias, esferas, movimento de água, física de corpos.

- Sistemas de som 3D: posicionamento dinâmico de áudio estéreo, importar diversos formatos de arquivos sonoros (para compatibilidade).
- Sistemas de Controle/Feedback: entrada de dados por teclado, mouse, joysticks, volantes, pedais, e dispositivos USB em geral. Suporte a force-feedback (para joysticks com resposta de força/resistência ao movimento). O software deverá ser responsivo a uma realidade de comandos da ponte envolvendo aceleração, frenagem acionamento de botoeiras e outros.
- Múltiplas estações: estações de operadores de máquinas, instrutores, supervisores de área, e outros poderão ser utilizadas simultaneamente.
- Efeitos ambientais: chuva, neblina, vento, poeira e partículas, luz ambiente, ofuscamento e as interferências destes efeitos com os procedimentos simulados.
- Reprodução de características de equipamentos: potência, torque, relação de transferência, motores, rotação, sistemas mecânicos e hidráulicos.
- Parametrização equipamentos: permitir alterar parâmetros de velocidade, aceleração, tipo de ponte e capacidade de movimentação.
- Câmera em drone: permitir incluir câmeras em drones para o instrutor poder visualizar de outro ângulo o treinamento do operador.

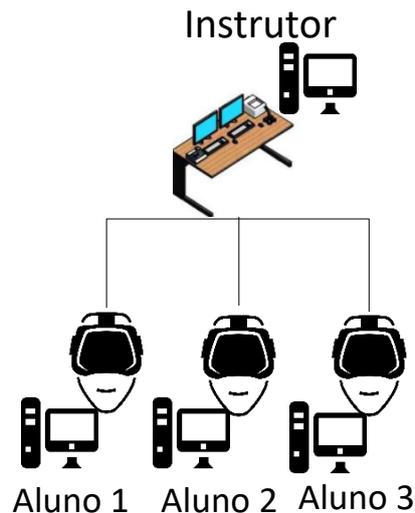
O software modular, suporta diferentes cenários (módulos) de treinamentos. Busca-se com isto através de um único produto atender a diversas áreas da empresa.

Para suportar aos requisitos de cada iniciativa foram avaliados hardwares de mercado com grande participação no seu nicho de atuação, precificação competitiva e que suportassem com alta fidelidade a imagem. Além de uma placa gráfica de alto processamento, também existem equipamentos que ajudam a reforçar a realidade virtual são os pedais, alavancas, botões, volantes, óculos 3D e o que mais for necessário para tornar a experiência mais real possível.

Abaixo segue alguns dos principais equipamentos definidos pela arquitetura, buscando também um direcionador e alinhamento tecnológico e governança dos recursos da solução de forma mais estável.



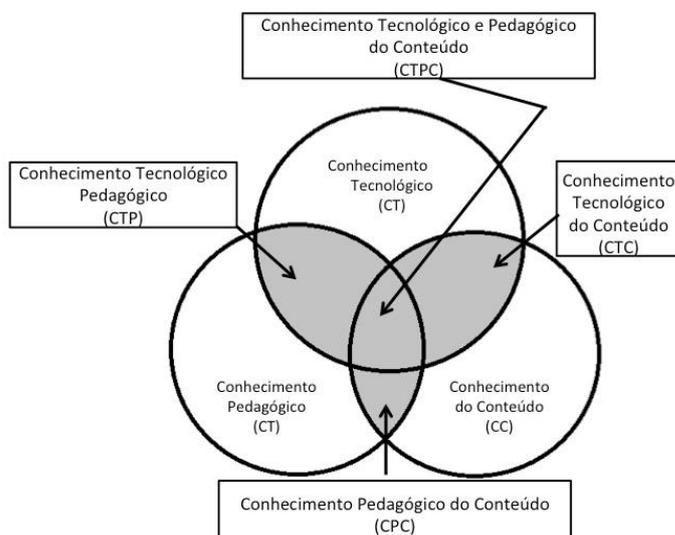
**Figura 6.** Equipamentos definidos para Arquitetura.



**Figura 7.** Arquitetura definida para treinamentos práticos virtuais simultâneos.

## 2.1 Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo

O conhecimento está disseminado em equipes diferentes. Apesar de termos pessoas multidisciplinares, para o sucesso da iniciativa foi fundamental o forte engajamento das equipes de Recursos Humanos, Tecnologia da Informação-Inovação e Segurança do Trabalho juntamente com as equipes de negócio.



**Figura 8.** Conhecimentos Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo.

Atividade	PORCENTAGEM EXECUÇÃO	2019											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Treinamento NR11 - Operação de Talha ✓	100%	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Treinamento NR11 - Operação de Ponte ✓	100%	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Treinamento Simulador de Ponte Rolante	50%	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Treinamento Comportamento Seguro - Regras de Ouro	25%	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Aquisição de Equipamentos para Sala Teórica com RV ✓	100%	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Preparação de Infra Estrutura Sala Teórica com RV ✓	100%	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Aquisição de Equipamentos para Sala Prática com RV	0%	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Preparação de Infra Estrutura Sala Prática com RV	0%	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Figura 9. Cronograma das Atividades.

### 3 CONCLUSÃO

O treinamento teórico passa o conteúdo de forma informativa, já o treinamento prático alia o conhecimento com a experiência vivenciada na prática, estimulando a mudança comportamental de forma voluntária por parte do aluno. A ArcelorMittal Tubarao iniciou em 2019 a execução de um plano para intensificar o aprendizado de seus colaboradores com um o uso de novas tecnologias e treinamentos práticos, onde dentre as tecnologias utilizadas pode-se destacar o uso da realidade virtual. Uma equipe multidisciplinar, composta de analista de treinamento de recursos humanos juntamente com as equipes geradoras de conteúdo da segurança do trabalho, logística e aciaria integrados a equipe de inovação da tecnologia da informação e automação trabalharam num plano de treinamentos para a empresa com o uso dessas novas tecnologias. Os resultados já estão sendo obtidos nos primeiros treinamentos disponibilizados, onde foi realizada pesquisa com aprovação acima de 98% dos treinados (elevado índice de satisfação) e também na percepção dos instrutores sobre a maior atenção e interesse dos treinados. O aspecto relacionado a eliminação da exposição ao risco do empregado, instrutor e ambiente é sem dúvida outro fator de grande relevante, visto que a empresa trata o tema segurança como prioritário, e ele sozinho já justifica a implementação desses treinamentos. A empresa visa ter profissionais novos capacitados e treinados com experiências práticas, dominando as situações de risco, com difícil reprodução no ambiente real, e aplicando as regras de ouro, com um senso adequado de comportamento seguro. O ambiente virtual propicia o processo de aprendizado mais atrativo, com uma experimentação prática e garante um aumento do grau de retenção de conhecimento o que está bem alinhado com as práticas andragógicas e a estratégia de digitalização da empresa.

### REFERÊNCIAS

- 1 Interfaces Científicas – Educação. Aracaju, SE. V.01. N.03. p. 97-109. jun. 2013. Realidade Virtual: Conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. Autores: Rodrigues GP, Porto CM. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/educacao/article/view/909/414>
- 2 Inspiring the future: merging mass communication, art, entertainment and virtual environment, Computer Graphics, May, 1994. Morie, JF.

- 3 Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações. Autores: Netto AV, Machado LS, Oliveira MCF.  
Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/252019436\\_Realidade\\_Virtual\\_-\\_Definicoes\\_Dispositivos\\_e\\_Aplicacoes](https://www.researchgate.net/publication/252019436_Realidade_Virtual_-_Definicoes_Dispositivos_e_Aplicacoes)
- 4 Repensar as TICs na Educação. Costa, FA. 2012. Disponível em:  
<https://www.slideshare.net/digitalescola/501855-001-144>
- 5 Utilização da realidade virtual voltada para o treinamento industrial. Revista científica multidisciplinar núcleo do conhecimento. Ano 03, ed. 10, vol. 07, pp. 113-120 Outubro de 2018. ISSN:2448-0959. Fuchter SK, Schlichting MS.