

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO DE INDÚSTRIA 4.0**

**MARIO MASSUCHINI NETO**

**APLICAÇÃO REALIDADE AUMENTADA MÁQUINA SECAGEM  
CELULOSE**

**DISSERTAÇÃO**

**PONTA GROSSA**  
**2019**

**MARIO MASSUCHINI NETO**

**APLICAÇÃO REALIDADE AUMENTADA MÁQUINA SECAGEM  
CELULOSE**

Dissertação Pré-projeto apresentado ao programa de Especialização de Indústria 4.0 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa. Área de Concentração: Gestão do Conhecimento e Inovação e Gestão da Produção e Manutenção.

Orientador: Rui Tadashi Oshino

**PONTA GROSSA  
2019**



## TERMO DE APROVAÇÃO DE TCCE

Aplicação Realidade Aumentada Máquina Secagem Celulose

*MARIO MASSUCHINI NETO*

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (TCCE) foi apresentado em oito de fevereiro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Indústria 4.0. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof. RUI TADASHI YOSHINO**

Prof. Orientador

---

**Prof. MARCELO VASCONCELOS DE CARVALHO**

Membro titular

---

**Prof. MAX MAURO DIAS SANTOS**

Membro titular

A FOLHA DE APROVAÇÃO ENCONTRA-SE ASSINADA NA SECRETARIA DO  
CURSO

## RESUMO

NETO, Mario Massuchini . *Aplicação realidade aumentada máquina secagem celulose*. 2019. Dissertação Pré-projeto apresentado ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Ponta Grossa, 2019.

Realidade Aumentada é a interação entre ambientes virtuais e o mundo físico, também conhecido por “Realidade Expandida” e “Realidade Ampliada”, usando equipamentos tecnológicos para visualização das imagens expandidas. Este projeto piloto de realidade Aumentada realizado numa indústria de Celulose dos Campos Gerais do Paraná apresenta o sistema de aprendizagem móvel de resolução de digital, como potencializador no ensino de resolução de problemas na era da indústria 4.0. As duas aplicações de realidade aumentada têm como objetivo de trazer o colaborador no local físico e nas linhas de produção visualizando dentro da tecnologia os valores de padrões de trabalho de um equipamento e na resolução de problemas usando o Troubleshooting Digital.

**Palavras-chaves: Realidade aumentada, troubleshooting, Ary ookit, máquina de secagem, indústria 4.0.**

## ABSTRACT

NETO, Mario Massuchini. *Application Augmented Reality Pulp Drying Machine*. Dissertation Pre-project presented to the Graduate Program in Production Engineering of the Technological University Federaldo Parana - Ponta Grossa., 2019.

Augmented Reality is the interaction between virtual environments and the physical world, also known as “Expanded Reality” and “Extended Reality”, using technological equipment to view expanded images. This Augmented Reality pilot project carried out in a cellulose industry in Campos Gerais do Paraná presents the mobile digital resolution learning system, as a potentiator in the teaching of problem solving in the 4.0 industry era. The two augmented reality applications aim to bring the employee to the physical location and production lines by visualizing within technology the values of equipment working standards and problem solving using Digital Troubleshooting.

**Key-words: Augmented Reality, troubleshooting, Ary ookit, rying machine, industry 4.0**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Exemplo da aplicação de realidade aumentada com um robô utilizado na indústria automotiva .....	9
Figura 2	– Esquema de funcionamento da realidade aumentada ART ookit.....	10
Figura 3	– Funcionamento da computação grafica ART ooKit.....	11
Figura 4	– Captura de imagem Troubleshooting Cortadeira. ....	11
Figura 5	– Captura de imagens posição de abertura válvula manual. ....	12
Figura 6	– Divulgação do projeto na entrada da maquinas. ....	13
Figura 7	– Realidade Aumentada da posição da válvula na área de produção. ....	14
Figura 8	– Imagem da imagem na tubulação sendo revertida em realidade aumentada..	14
Figura 9	– Operador visualizando a realidade aumentada da cortadeira (Troubleshooting Digital). ....	15

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

UTFPR      Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RA          Realidade Aumentada

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b> .....	<b>9</b>
2.1	EFICIÊNCIA DA REALIDADE AUMENTADA .....	9
2.2	APLICAÇÃO BRAÇO ROBÔ .....	9
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>17</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A tecnologia conhecida como Realidade Aumentada (RA), é definida por Autor Azuma (1997) como: um sistema que combina elementos virtuais com o ambiente real. Segundo ele, o sistema de realidade aumentada possui dois componentes básicos: hardware e software. O hardware envolve os dispositivos de entrada display, processadores e redes, já o software inclui o de realidade aumentada virtual mais posicionadas e misturados de imagens, funções e interfaces multimodais.

A Realidade Aumentada e Realidade Virtual que são confundidas pelas pessoas, mas a Realidade Virtual é quando as imagens e sons ao seu redor são substituídas por conteúdos virtual gerados por computador, num ambiente falso com elementos gráficos semelhantes ao mundo real. Já a Realidade Aumentada é o mundo real onde vivemos simulado em um ambiente que existem elementos sobrepostos com informações e gráficos específicos de uma localização.

Diante da tecnologia de criação de um ambiente real com imagem e objetos sobrepostos, existe a possibilidade de aplicação nas áreas de produção onde o homem tem a interface direta com a máquina, para visualizar os defeitos, funcionamento, requisição de peças.

Muito desta tecnologia ainda não está em expansão nas áreas de produção, ainda estão sendo usados para resolução de problemas manuais que ficam em armários ou arquivos em computadores, treinamentos que são feitos em salas com apresentações que requerem custos com horas extras e instrutores e acabam tendo que realizar reciclagem num certo tempo.

Com isto aumentando o custo de produção, sem contar os novos funcionários que são contratados. Para estas atividades a ferramenta de Realidade Aumentada traz forte relação a aprendizagem rápida e por estar no local do equipamento para visualização. Várias ocorrências em plantas industriais gerando perdas de produções poderia ser evitada, por falta de experiência, esquecimento, a Realidade aumentada poderia ser usada no fechamento da atividade para visualizar as posições de aberturas de válvulas, manobras de equipamentos crítico.

Diante disso a ideia do projeto, foi criar 02 modelos de realidade aumentada para testas e medir as deficiências de operação e manutenção.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

### 2.1 EFICIÊNCIA DA REALIDADE AUMENTADA

No trabalho apresentado por Tang et.al( 2003), foi realizado um teste para medir a eficiência de realidade aumentada na montagem de objetos e verificar o cumprimento dos passos a serem seguidos, dentre as ferramentas foram utilizados objetos em 3D, combinados com o ambiente real, manuais impressos e instrução assistida no computador com instrutor, os resultados foi que o uso da realidade aumentada com o óculos reduziu a taxa de erro de 82% de erro em relação aos outras formas de treinamento.

Segundo Coelho e Bahr (2005), foi mostrado como os modelos feitos em CAD e Lidar, desenho assistido por computador e tecnologia óptica de detecção remota que mede propriedades da luz refletida de modo a obter a distância e/ou outra informação a respeito um determinado objeto distante respectivamente ,podem ser utilizados em aplicações de Realidade Aumentada. A inclusão de objeto virtual em uma cena real, tem um impacto bem menor para o usuário.

### 2.2 APLICAÇÃO BRAÇO ROBÔ

Foi realizado uma aplicação de realidade aumentada pelos autores Viviane Balieiro Mesquita e Farney Coutinho Moreiro, utilizando a mesma aplicação do projeto da válvula e troubleshooting e as ferramentas do ART toolkit e uma biblioteca computacional. Foi utilizado um braço virtual de um robô em ambiente real, dentre os principais objetivos do trabalho, foi otimizar o tempo de requisição de peças, para manutenção do braço do robô utilizando a realidade aumentada visualizando as peças que compõem o robô.

**Figura 1 – Exemplo da aplicação de realidade aumentada com um robô utilizado na indústria automotiva**



Fonte: Adaptado de TORI(2006)

### 3 METODOLOGIA

A ferramenta utilizada na construção da realidade Aumentada foi o software ARToolkit, 3D Studio, Linguagem C++ e UNITY 3D.

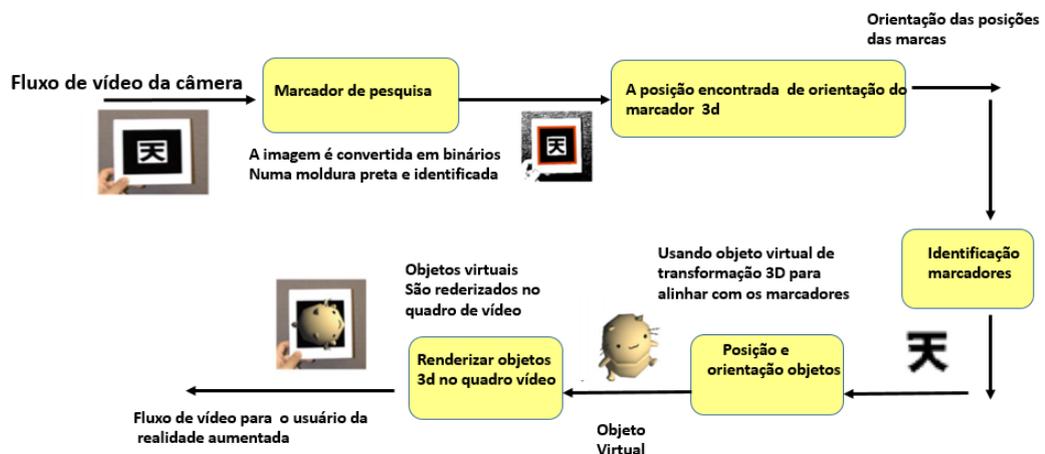
O ARToolKit é uma biblioteca de software baseada nas linguagens C e C++, com desenvolvimento baseado no uso de marcadores na imagem, permitindo calcular a posição da câmera real e sua orientação em relação aos marcadores de forma a sobrepor objetos virtuais nos marcadores. Outro programa utilizado foi o 3DMAX, o qual é um programa de modelagem tridimensional que permite renderização de imagem e animação.

Algumas informações do software ARToolkit:

- Disponibiliza o código fonte;
- Disponível para Windows, Linux e MAC OS;
- Bem documentada;
- Bastante difundida;
- Baixo tempo de execução;
- Gratuita.

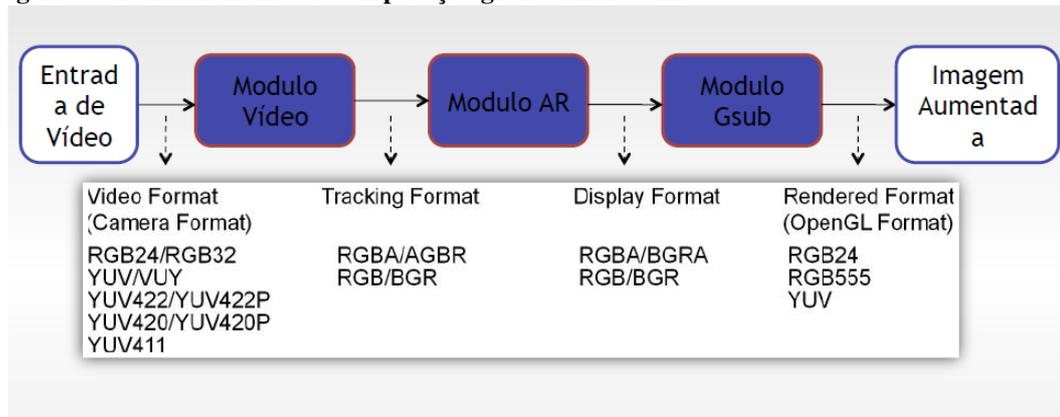
No projeto foi utilizado também programas UNITY 3D usados na construção de jogos de computadores

**Figura 2 – Esquema de funcionamento da realidade aumentada ARToolkit.**



Fonte: Adaptado de MESQUITA(2018)

**Figura 3 – Funcionamento da computação grafica ART ooKit.**



Fonte: Adaptado de MESQUITA(2018)

Na imagem da válvula e do troubleshooting da cortadeira, foi desenvolvido marcadores presentes no ambiente real que calcula suas posições e orientações.

Foi usado figura em 3D no formato do objeto da válvula do programa Studio 3d para visualização o mais real possível da imagem .

**Figura 4 – Captura de imagem Troubleshooting Cortadeira.**



Fonte: Aatoria própria

**Figura 5 – Captura de imagens posição de abertura válvula manual.**



**Fonte: Autoria própria**

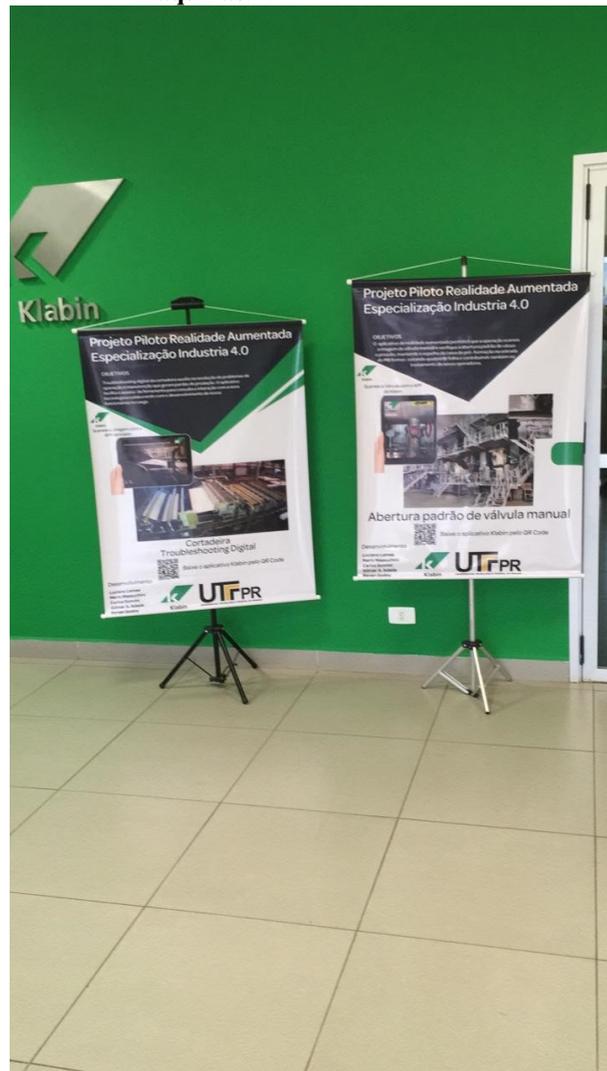
## 4 RESULTADOS

Para a divulgação do projeto, foram fabricados dois banners com as imagens a ser scaneadas, criado um código QR para baixar o aplicativo. Foram colocados na entrada da máquina onde o operador já visualizava a Realidade Aumentada com seu celular.

A aplicação da Realidade Aumentada na área da Secagem foi atendida, superando as expectativas dos operadores que usaram a aplicação nos equipamentos, como na aplicação da realidade aumentada da abertura da válvula manual quanto a consulta do Troubleshooting da cortadeira.

A aplicação e divulgação da Realidade Aumentada despertou o interesse dos operadores no novo modelo de INDÚSTRIA 4.0, dessa forma, trabalhando e mantendo o padrão de funcionamento dos equipamentos e se atualizando em novas Tecnologias.

**Figura 6 – Divulgação do projeto na entrada da máquinas.**



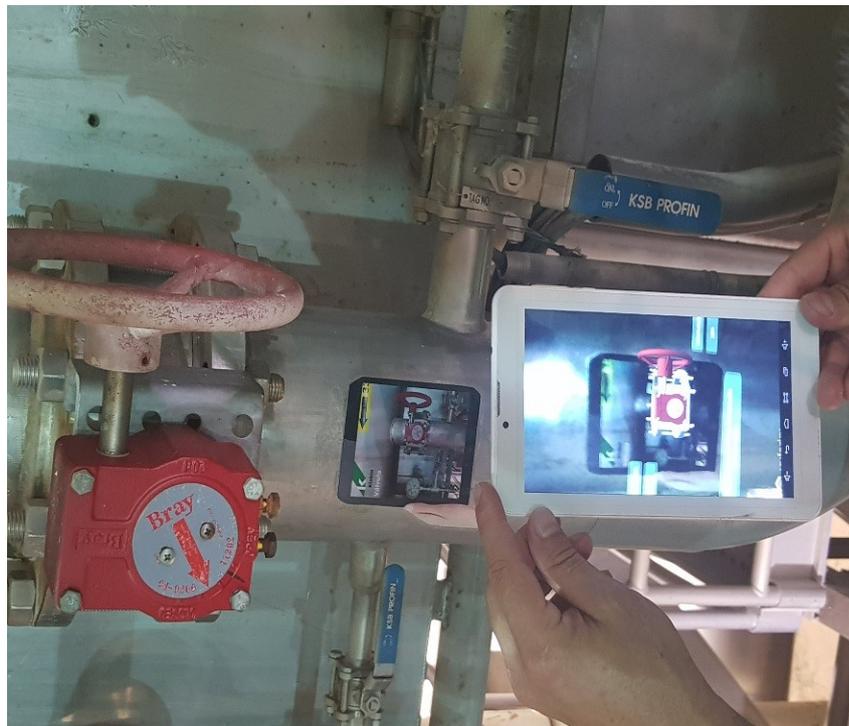
**Fonte: Autoria própria**

**Figura 7 – Realidade Aumentada da posição da válvula na área de produção.**



Fonte: Autoria própria

**Figura 8 – Imagem da imagem na tubulação sendo revertida em realidade aumentada.**



Fonte: Autoria própria

**Figura 9 – Operador visualizando a realidade aumentada da cortadeira (Troubleshooting Digital).**



**Fonte: Autoria própria**

## 5 CONCLUSÕES

As conclusões do projeto destacam que a Realidade Aumentada é uma tecnologia inovadora para ser usada na área industrial com intuito reduzir perdas e qualificar operadores em treinamentos, podendo assim, abrir janelas para novas ideias e aplica-la nas áreas de produção. Por ser uma tecnologia nova requer, muito a integração dos gestores em acreditar na sua aplicabilidade em suas áreas industriais.

Diante do projeto que foi colocado para teste nas máquinas, existe a possibilidade de aumentar ainda mais pontos na máquina de secagem como operações complexas, colocando vídeos mostrando troca de vestimentas da parte úmida, onde exige muita experiência dos colaboradores e atenção, pois detalhes fazem a diferença na instalação e evitar perda de tempo.

No futuro mais próximo acreditamos que os próprios operadores poderão criar a realidade aumentadas, com novos programas e software de fácil desenvolvimento e aplica-las em suas áreas de trabalho.

Temos que saber usar a tecnologia pois as mudanças começaram, as empresas que não se adaptarem poderão ficar para trás, seu produto não será competitivo e não trará investimentos ao negócio.

Como esta é uma tecnologia em ascensão, estes 02 projetos de realidade aumentada demoraram um certo tempo para ser feito devido a uma agência contratada. Por ser complexa a atividade de configuração acreditamos que futuramente teremos software com tecnologias mais avançadas.

## 6 REFERÊNCIAS

CARVALHO, Eduardo dos Santos de Sá; DUARTE FILHO, Nemésio Freitas. Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0. **RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. 27, p. 36-51, 2018.

CINTRA, André. **O que é realidade aumentada e como ela funciona?** 2018. Disponível em: <<http://www.postdigital.cc/blog/artigo/o-que-e-realidade-aumentada-e-como-ela-funciona>>. Acesso em: 22 set. 1991.

DE GASPARI, Tiago; SEMENTILLE, Antonio Carlos; MARAR, João Fernando. Sistema de Realidade Aumentada para o treinamento em montagem e manutenção de equipamentos. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2013.

FIGUEIREDO, Lucas Silva; FERREIRA, Paulo Henrique M.; KELNER, Judith. **Realidade Aumentada - ARToolKit**. Pernambuco: Grvm, 2011. 43 slides, color.

MESQUITA, VIVIANE BALIEIRO; MOREIRA, FARNEY COUTINHO. Indústria 4.0: Aplicação de Realidade Aumentada. In: **Simpósio em Excelência em Gestão e Tecnologia (XVSEGeT)**. 2018.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Editora SBC, 2006.