

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA

**Comparação entre o método manual e o método virtual na
medição de carroceria para reparo de pintura automotiva
para geração dos tempos padrão de reparo: Estudo de caso**

**SÃO CAETANO DO SUL
2014**

Erick Sussumu Yamasaki

**Comparação entre o método manual e o método virtual na
medição de carroceria para reparo de pintura automotiva
para geração dos tempos padrão de reparo: Estudo de caso**

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Automotiva, da Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Leonardo Macarrão Junior

**SÃO CAETANO DO SUL
2014**

Yamasaki ,Erick Sussumu

Comparação entre o método manual e o método virtual na medição de carroceria para reparo de pintura automotiva para geração dos tempos padrão de reparo: Estudo de caso / Erick Sussumu Yamasaki. São Caetano do Sul, SP: CEUN-CECEA, 2014.
77p.

Monografia — Especialização em Engenharia Automotiva. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2014.
Orientador: Prof. Leonardo Macarrão Junior

1. Engenharia Automotiva 2. Reparo de pintura automotiva 3. Tempos padrão de reparo I. Yamasaki, Erick Sussumu. II. Instituto Mauá de Tecnologia. Centro Universitário. Centro de Educação Continuada. III. Título.

AGRADECIMENTOS

À minha querida e futura esposa Mariana pela paciência e compreensão durante a minha graduação e pós-graduação.

Ao meu pai Nelson que ficou distante para trabalhar e dar-me conforto e minha querida Mãe Ana que fez o papel de pai e mãe durante a ausência dele.

Aos amigos Alexandre Chaad e Roger Terada pela oportunidade de desenvolver este trabalho e todos aqueles que me ajudaram direta e indiretamente.

RESUMO

O principal objetivo das empresas é gerar lucros e evitar perdas. O intuito desta pesquisa é medir e calcular a área da carroceria de um veículo, utilizando dois métodos, o manual e o virtual, desta forma será possível demonstrar qual método trará melhores resultados, levando-se em conta a praticidade, segurança, custo, acessibilidade, ergonomia e menor agressão ao meio ambiente, na execução do trabalho de medição. Todas as peças da carroceria, como pára-choque dianteiro e traseiro, tampa dianteira e traseira, teto, painel lateral e porta serão medidos. O instrumento de medição do tempo gasto será o cronômetro digital e cada peça terá um tempo para se determinar a área, pelos dois métodos. Tendo os cálculos das áreas é possível gerar o tempo de reparo e a quantidade de material necessário para execução do serviço. Após análise desta comparação será possível determinar qual método é o mais produtivo e mais preciso na quantidade de material e no tempo de execução dos reparos.

Palavras-chave: Cálculo de área. Tempos-Padrão. Quantidade de material. Medição de carroceria.

ABSTRACT

The main aim of companies is to generate profits and avoid losses. The purpose of this research is to measure and calculate the area of the body of a vehicle using two methods: the manual and the virtual ones. This way, it will be possible to show which method will yield better results in the implementation of the measurement work, taking into account the practicality, safety, cost, accessibility, ergonomics and also showing which method will be less harmful to the environment. All parts of the body, such as the front and rear bumper, front and back cover, roof, door, and side panel will be measured. The instrument for measuring the time spent will be a digital stopwatch, and each piece will have a time for the area to be determined by both methods. Having the calculations of the areas makes it possible to generate the repair time and the amount of material required for the execution of the service. After the analysis of this comparison, it will be possible to determine which method is more productive and more precise in the amount of material and time to make repairs.

Keywords: Area calculation. Standard- Times. Amount of material. Measuring body.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Método manual – Tampa dianteira	18
Figura 2 – Método manual – Paralama esquerdo	18
Figura 3 – Método virtual – Tampa dianteira.....	19
Figura 4 – Método virtual – Paralama esquerdo.....	19
Figura 5 – Legenda	20
Figura 6 – Porta esquerda - parte externa	20
Figura 7 – Porta esquerda - parte interna.....	21
Figura 8 – Tampa traseira.....	22
Figura 9 – Tabela de Cálculo do Tempo de Pintura	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –Tabela de conversão	15
Tabela 2 – Tempo gasto de medição	25
Tabela 3 – Áreas calculadas	26
Tabela 4 – Paralama - Quantidade de material e Tempo de reparo.....	27
Tabela 5 – Tampa dianteira - Quantidade de material e Tempo de reparo	29
Tabela 6 – Porta - Quantidade de material e Tempo de reparo	30
Tabela 7 – Teto - Quantidade de material e Tempo de reparo	32
Tabela 8 – Tampa traseira - Quantidade de material e Tempo de reparo.....	33
Tabela 9 – Tampa do combustível - Quantidade de material e Tempo de reparo.....	35
Tabela 10 – Painel lateral - Quantidade de material e Tempo de reparo.....	36
Tabela 11 – Cobertura para-choque dianteiro - Quantidade de material e Tempo de reparo...	37
Tabela 12 – Cobertura para-choque traseiro - Quantidade de material e Tempo de reparo.....	39
Tabela 13 – Paralama esquerdo - Gasto	41
Tabela 14 – Tampa dianteira – Gasto	41
Tabela 15 – Porta - Gasto	41
Tabela 16 – Teto - Gasto	42
Tabela 17 – Tampa traseira - Gasto.....	42
Tabela 18 – Painel lateral - Gasto.....	42
Tabela 19 – Cobertura para-choque dianteiro - Gasto.....	43
Tabela 20 – Cobertura para-choque traseiro - Gasto.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Paralamas–Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual).....	28
Gráfico 2 – Paralamas–Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual) ..	28
Gráfico 3 – Tampa dianteira –Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual).....	29
Gráfico 4 – Tampa dianteira –Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)	30
Gráfico 5 – Porta – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)	31
Gráfico 6 – Porta – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)	31
Gráfico 7 – Teto – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)	32
Gráfico 8 – Teto – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)	33
Gráfico 9 – Tampa traseira – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual).....	34
Gráfico 10 – Tampa traseira – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)	34
Gráfico 11 – Painel lateral – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual).....	36
Gráfico 12 – Painel lateral – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)	37
Gráfico 13 – Cobertura para-choque dianteiro – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)	38
Gráfico 14 – Cobertura para-choque dianteiro – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)	38
Gráfico 15 – Cobertura para-choque traseiro – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)	39
Gráfico 16 – Cobertura para-choque traseiro – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	Computer Aided Design
GM	Gasto de Material
GT	Gasto Total
PUM	Preço Unitário de Material
QM	Quantidade de Material
QRM	Quantidade de Reparos por Mês
TGR	Tempo Gasto de Reparo
TMO	Taxa-de-Mão-de-Obra
TR	Tempo de Reparo
UT	Unidade de Tempo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 TEMPOS-PADRÃO	15
2.1 CESVI BRASIL	16
2.2 SOFTWARE DE CAD 3D.....	17
3 MÉTODOS UTILIZADOS PARA A MEDIÇÃO DAS ÁREAS.....	18
3.1 INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO	18
3.2 MÉTODO MANUAL	18
3.3 MÉTODO VIRTUAL	19
3.4 CLASSIFICAÇÃO DA SUPERFÍCIE	19
3.4.1 Legenda	20
3.4.2 Superfície visível.....	20
3.4.3 Superfície interna	21
3.4.4 Superfície não visível.....	21
3.5 TABELA DE CÁLCULO DO TEMPO DE PINTURA	22
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	25
4.1 TEMPO GASTO DE MEDIÇÃO DAS ÁREAS	25
4.2 ÁREAS CALCULADAS	26
4.3 QUANTIDADE DE MATERIAL E TEMPO DE REPARO	26
4.3.1 Paralamas esquerdo.....	27
4.3.2 Tampa dianteira	29
4.3.3 Porta	30
4.3.4 Teto	32
4.3.5 Tampa traseira	33
4.3.6 Tampa do combustível.....	35
4.3.7 Painel lateral	36
4.3.8 Cobertura para-choque dianteiro	37
4.3.9 Cobertura para-choque traseiro	39
4.4 GASTOS	40
4.4.1 Paralamas esquerdo.....	40
4.4.2 Tampa dianteira	41
4.4.3 Porta	41
4.4.4 Teto	42
4.4.5 Tampa traseira	42
4.4.6 Painel lateral	42

4.4.7 Cobertura para-choque dianteiro	43
4.4.8 Cobertura para-choque traseiro	43
5 CONCLUSÕES.....	44
APÊNDICE A –Cálculos Paralama esquerdo.....	45
APÊNDICE B – Cálculos Tampa dianteira	47
APÊNDICE C – Cálculos Porta.....	52
APÊNDICE D – Cálculos Teto.....	59
APÊNDICE E – Cálculos Tampa traseira.....	65
APÊNDICE F – Cálculos Painel lateral.....	68
APÊNDICE G – Cálculos Cobertura para-choque dianteiro	71
APÊNDICE H – Cálculos Cobertura para-choque traseiro.....	74
REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado tem como base o setor de informações técnicas de uma empresa automotiva, ESY¹. Este setor tem como missão planejar e garantir que toda a literatura de reparos esteja disponível em tempo hábil, para toda a rede de concessionárias e importadores, de forma a assegurar que as operações de reparos sejam executadas de maneira rápida, eficiente e com qualidade. Dentro dos padrões de serviços, visando evitar reparos repetitivos, trabalhos desnecessários, contribuindo assim para a redução dos custos de garantia e promovendo a satisfação dos clientes. Uma das informações disponibilizadas são os Tempos-Padrão de Reparos para pintura que será abordado nesta pesquisa.

Cada vez mais nos dias de hoje, com a competitividade de mercado, busca-se sempre métodos exatos, diretos, precisos, que evitem os desperdícios de matérias-primas. Estas matérias-primas, por conta da crescente demanda e diminuição das “fontes”, estão cada vez mais escassas. Um destes métodos é o método virtual para o cálculo de área que vem de encontro com as necessidades de hoje. Esta tecnologia nos disponibiliza ferramentas não só para o cálculo de área mas também um pacote de soluções. Este é um método que nos traz grandes benefícios, como ganho de produtividade, desenvolvimento de projetos com mais rapidez e ideias, antes mesmo de virarem realidade. Tem como finalidade pensar na segurança e na ergonomia do funcionário que utiliza o método manual, onde por vezes é necessário elevar o veículo, desmontar e montar peças de difícil acesso, por vezes grandes e pesadas, mesmo usando os equipamentos e ferramentas adequadas, existe o risco de acidentes.

Ambos os métodos de cálculo das áreas (manual e virtual) levam basicamente a resultados próximos, mas com diferentes graus de precisão, sendo o método digital muito mais vantajoso em termos práticos quando se visa alcançar com maior exatidão o resultado final. Uma desvantagem do método virtual é em relação aos custos de aquisição do software específico. Há alguns anos atrás o hardware (capaz de processar os cálculos demandados por este software) também era um ponto impeditivo para viabilizar o método virtual, mas hoje em dia, a capacidade de processamento dos PCs de prateleira são mais que suficientes. Muitas empresas, principalmente as de baixo capital, não estão dispostas a pagar pelos altos preços dos softwares, motivando então a preferência pelo método manual ao virtual.

¹ Nome fictício da empresa automotiva

As empresas procuram preencher o tempo de seus funcionários de uma forma mais eficiente e produtiva possível, ao mesmo tempo, visa a redução dos custos a serem pagos em garantia. No caso das montadoras, o serviço de garantia em reparos de pintura (que depende do cálculo da área), é pago de acordo com os tempos-padrão de reparos.

2 TEMPOS-PADRÃO

Os tempos-padrão estão indicados em horas centesimais, que não devem ser confundidas com horas sexagesimais.

Por exemplo:

$$130 \text{ UT (Unidade de Tempo)} = 1 \text{ h} + \frac{30}{100\text{h}}$$

No sistema sexagesimal equivale a uma hora e dezoito minutos (1 hora e 18 minutos).

Abaixo é mostrado a tabela de conversão.

Tabela 1 –Tabela de conversão

Hora centesimal	Cálculo de conversão	Hora sexagesimal (relógio)
10	$\frac{10}{100} \times 60$	6 minutos
20	$\frac{20}{100} \times 60$	12 minutos
30	.	18
40	.	24
50	.	30
60	.	36
70	.	42
80	.	48
90	.	54
100	.	60 minutos (1 hora)
110	$1 + \frac{10}{100} \times 60$	1 hora e 6 minutos

FONTE: O autor

O sistema utilizado facilita o cálculo de mão-de-obra. Basta multiplicar o tempo gasto pela taxa (em moeda corrente) de mão-de-obra (em UT) da oficina.

Por exemplo:

$$130 \text{ (UT)} \times R\$ 33,00 = R\$ 42,90$$

Todos os tempos liberados estão sujeitos a alterações e atualizações, a qualquer momento, em decorrência de modificações técnicas do produto ou do método de reparo.

Os tempos para serviços podem ser utilizados:

- No controle da produtividade e eficiência dos produtivos
- Previsão de custos
- Elaboração de orçamentos
- Contabilização de Ordens de Serviços e
- Solicitações de Garantia.

Os termos como “Tempário”, “Tempo-padrão de Mão de Obra (T.M.O.)” e “Tempos-Padrão de Reparos (TPR)”, tem como significado a padronização do tempo de execução de um determinado serviço realizado em concessionárias ou oficinas independentes, ou seja, cada montadora determina a sua tabela de tempos padronizados ou utilizam soluções de empresas que desenvolvem este tipo de serviço (terceirização/compra de serviço), como no caso da montadora Toyota – esta empresa adotou como sua tabela de tempos padronizados, os cálculos da empresa CESVI BRASIL.

2.1 CESVI BRASIL

Uma referência muito importante deste segmento que não pode deixar de ser mencionada é o CESVI BRASIL (Centro de Experimentação e Segurança Viária), uma das pioneiras a padronizar os tempos de reparação (Tempário) para oficinas e seguradoras.

Na época em que não existia padronização alguma nos serviços de reparações, oficinas e seguradoras tinham dificuldades em gerar orçamentos dos veículos. Em 1996 o Cesvi Brasil começou a desenvolver o BAREMO.

Segundo a *Revista Cesvi Brasil* (1998, p.24) “BAREMO são as tabelas de tempos de substituição, reparação, mecânica e pintura do CESVI BRASIL.”

De 1996 até os dias atuais o BAREMO é atualizado com a ajuda das oficinas, seguradoras e montadoras.

2.2 SOFTWARE DE CAD 3D

O CAD3D foi a evolução natural do CAD 2D, como uma ferramenta que facilita a visualização de desenhos, projetos mecânicos e de arquitetura, assim como o CAD 2D é a evolução eletrônica da prancheta de desenho. Seguindo esta proporcionalidade, podemos definir o CAD 3D como a evolução eletrônica da maquete. Atualmente existem diversos softwares 3D no mercado como ProEngineer, Solidworks, SolidEdge, PowerShape, Inventor, Catia entre outros. A escolha depende da aplicação a ser desenvolvida.

Existem poucas desvantagens, porém relevantes, como o custo de investimento em aquisição do software, configuração do hardware e pessoal qualificado.

3 MÉTODOS UTILIZADOS PARA A MEDIÇÃO DAS ÁREAS

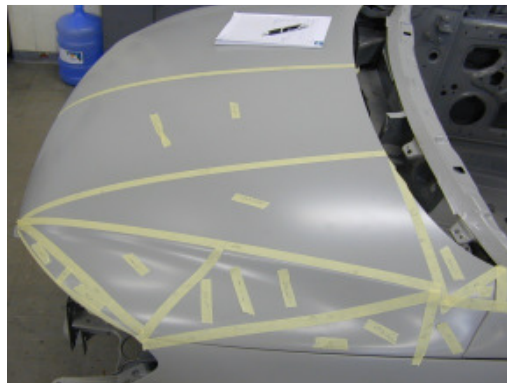
3.1 INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO

O cronômetro será o instrumento que medirá o tempo gasto para a determinação da área de pintura dos dois métodos: o método manual e o método virtual.

3.2 MÉTODO MANUAL

O método manual de medição consiste em subdividir uma peça de carroceria, que normalmente tem um formato irregular, em áreas conhecidas e portanto, de fácil determinação da área parcial (quadrado, retângulo, triângulo reto, paralelogramo, círculo, entre outros). Para tal, são utilizadas fitas adesivas para “desenhar” a figura geométrica conhecida. Ao final, a soma de todas as áreas parciais resultam na área total da peça. Conforme figuras 1 e 2.

Figura 1 – Método manual – Tampa dianteira



FONTE: O autor

Figura 2 – Método manual – Paralamas esquerdo



FONTE: O autor

3.3 MÉTODO VIRTUAL

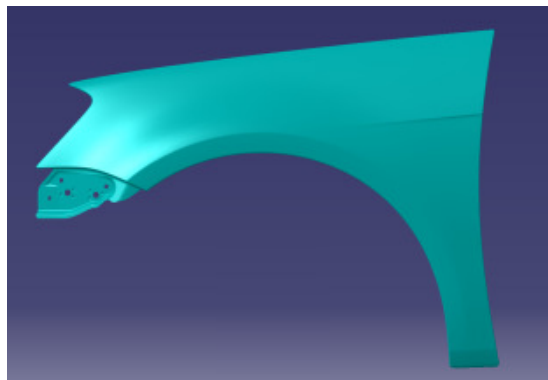
Para o método virtual serão disponibilizadas ferramentas tecnológicas (software e hardware), um catálogo eletrônico, onde se visualiza as peças e seus respectivos códigos. Com estes códigos das peças, se faz a busca no banco de dados (servidor dos projetistas da peça) onde estão armazenados os arquivos dos modelos 3D e um software de modelagem 3D. Desta forma consegue-se visualizar e trabalhar a peça de uma forma fiel ao original, conforme figuras 3 e 4.

Figura 3 – Método virtual – Tampa dianteira



FONTE: O autor

Figura 4 – Método virtual – Paralama esquerdo



FONTE: O autor

3.4 CLASSIFICAÇÃO DA SUPERFÍCIE

Existem três diferentes tipos de pintura de superfície: a superfície visível, a superfície interna e a superfície não visível.

3.4.1 Legenda

Para uma melhor visualização as superfícies foram destacadas com três diferentes cores.

Figura 5 – **Legenda**

Superfície Visível
Superfície Interna
Superfície Não Visível

FONTE: O autor

3.4.2 Superfície visível

São as superfícies externas pintadas que por definição são aquelas que podem ser vistas somente quando o veículo está em sua condição dinâmica normal, ou seja, com todas as portas e tampas fechadas e com todos os adornos e equipamentos originais instalados (por exemplo, acabamentos, arremates, retrovisores, suporte de placa, adesivos, revestimentos, etc.)

Figura 6 – **Porta esquerda - parte externa**



FONTE: O autor

Somente a área vermelha é superfície externa. Conforme mostrado na figura 6.

3.4.3 Superfície interna

As superfícies internas são aquelas que podem ser vistas somente quando as portas e as tampas estão abertas. E mais uma vez, com todos os adornos e equipamentos originais instalados.

Figura 7 – Porta esquerda - parte interna



FONTE: O autor

A superfície interna da porta é a medida sem a área cinzenta que é completamente coberta pelo revestimento de porta. Conforme figura 7.

3.4.4 Superfície não visível

Trata-se de uma superfície não visível, em que apenas uma pintura reduzida (básica) é necessária.

Figura 8 – Tampa traseira



FONTE: O autor

Como as áreas verdes são cobertas por outras peças, a medição destas áreas são superfícies não visíveis. Conforme figura 8

3.5 TABELA DE CÁLCULO DO TEMPO DE PINTURA

Com os valores encontrados das áreas gera-se os tempos de reparo de pintura e a quantidade de material. Vide figura 9.

Figura 9 – Tabela de Cálculo do Tempo de Pintura

Cálculo dos Tempos-Padrão de Pintura

Peça: Para-lama

Número da peça: ABC123456

Área

externa:	64,6	dm ²
interna:	3,6	dm ²
não visíveis:	3,1	dm ²

Parâmetros

☐ Plástico
☒ Metal
☐ Solda

Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material	Tempo [UT]
1	removida	5	70
1	instalada	6	90
2	removida	4	70
2	instalada	5	70
3	removida	6	110
3	instalada	7	110
4	removida	9	160
4	instalada	10	160

FONTE: O autor

As informações apresentadas pela Tabela de Cálculo do Tempo de Pintura como área externa, interna e não visível são inseridas pelo usuário em decímetro quadrado (dm^2). Ela nos possibilita escrever o nome e o número da peça, escolher o tipo de material, metal ou plástico e se o reparo utiliza solda ou não. Após a inserção destas informações a tabela gera automaticamente a quantidade de material e o tempo de reparo.

Para se chegar a estes valores foram realizados e desenvolvidos diversos estudos.

Os níveis de reparo 1, 2, 3 e 4, são as classificações dos níveis de pintura.

Nível 1 – Pintura de peça nova

Nível 2 – Dano superficial

Nível 3 – Dano profundo até 50% da área afetada

Nível 4 – Dano profundo mais de 50% da área afetada

Não se aplica o “nível 4” às peças plásticas, como para-choques dianteiros e traseiros, frisos e maçanetas das portas. Devido a natureza do material as peças plásticas aceitam reparos até um certo limite, que em nosso estudo é aceitável até 50% da área da peça. Em áreas maiores, devido à diferença do grau de flexibilidade entre o plástico e o material de preenchimento, podem ocorrer falhas que não garantem a perfeição do reparo.

A reparação de pintura abrange todas as medidas de reparo na pintura aplicados na fábrica ou oficina. O escopo de trabalho necessário para realizar a reparação de pintura depende da gravidade e do grau de dano. Por isso, é feita uma distinção entre os estágios, com diferentes escopos de trabalho e tempos.

Por vezes (dependendo da peça) é necessário que a peça esteja removida do veículo para a viabilidade de execução do reparo, por isso a necessidade da existência das duas condições (peça removida/peça instalada) na tabela. Pode-se perceber que a quantidade de material muda quando a peça está instalada ou removida do veículo.

As peças que existirem somente na condição ‘instalada’ ou ‘removida’ é devido ao uso da estufa. No caso da tampa do combustível é mais fácil remover a peça do veículo, do que pintá-la no lugar, economizando espaço na cabine de pintura. Já a lateral do veículo ou o teto, são exemplos de peças que devem ser reparadas na condição “instalada” no carro porque

estão soldadas à carroceria do veículo em todo o seu perímetro, não justificando assim sua remoção.

Unidade de Material é um índice unitário e adimensional, com escala unitária, com o valor mínimo de 1, que determina a quantidade de material (insumos) necessários para a execução de um determinado reparo em carroceria.

Por exemplo, a montadora determina que o valor unitário de uma unidade de material equivale a R\$ 20,00. Multiplicando este valor pela quantidade de material resultará em um valor a ser reembolsado pelos insumos utilizados (como lixas, tintas, fitas, panos, massas e ceras, etc.)

As unidades de material são diferenciados de acordo com o tipo e a forma de como o reparo é realizado (por exemplo, pintura em estado instalado ou removido, pintura de peça nova ou pintura de reparação).

Após calculado o Tempo-padrão de reparo e a quantidade de material, estas informações são disponibilizadas para toda a rede de concessionárias do Brasil e do exterior, caso o modelo seja exportado.

Com estes tempos, que são padrões para toda a rede de concessionárias, é assegurada a cobrança exata e justa para o mesmo reparo, onde quer que o veículo seja reparado. Com isto evita-se a cobrança indiscriminada e diferenciada, uma vez que todos têm que se basear na mesma unidade de tempo.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 TEMPO GASTO DE MEDIÇÃO DAS ÁREAS

Nas medições no método manual as peças medidas estavam completamente desmontadas, sem nenhum agregado, acabamento, cobertura, adesivo, entre outras. Foram consideradas somente os tempos de medições das áreas, assim como o método virtual.

A tabela 2 mostra os tempos gasto de medição das seguintes peças: paralamas, tampa dianteira, porta, teto, tampa traseira, tampa do combustível, painel lateral, cobertura para-choque dianteiro e traseiro. Basicamente todas as peças visíveis que podem ser pintadas em um veículo, podendo assim comparar com o tempo gasto da carroceria completa.

Tabela 2 – Tempo gasto de medição

Peças	Tempo gasto (min)	
	Método manual	Método virtual
Paralamas	20	3
Tampa dianteira	20	3
Porta	25	5
Teto	15	3
Tampa traseira	25	5
Tampa do combustível	2	3
Painel lateral	40	5
Cobertura para-choque dianteiro	35	4
Cobertura para-choque traseiro	35	4
Total	217	35

FONTE: O autor

Sendo 35 minutos para realizar a medição das 9 peças pelo método virtual, e 217 minutos (3 horas e 37 minutos) pelo método manual, pode-se encontrar facilmente a diferença em porcentagem entre os dois métodos. Dividindo o valor do método manual pelo valor do método virtual, subtraindo 1 do resultado encontrado e multiplicando por 100% tem-se:

$$217 \div 35 = 6,2$$

$$6,2 - 1 = 5,2$$

$$5,2 \times 100 = 520$$

O valor é **520%**, este é o **aumento** obtido pelo **método manual**.

4.2 ÁREAS CALCULADAS

Seguindo o procedimento mencionado no item 3 é possível determinar as áreas das peças. Obtem-se os seguintes valores conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Áreas calculadas

Peças	Área (dm ²)					
	Método manual			Método virtual		
	Externa	Interna	Não visível	Externa	Interna	Não visível
Paralama	67,6	3,9	4,0	64,6	3,6	3,1
Tampa dianteira	126,66	126,66	0	121,7	121,7	0
Porta	96,52	57,32	52,8	102,3	55,8	49,8
Teto	171,2	0	16,05	158,9	0	25,1
Tampa traseira	76,9	88,3	8,70	72,361	86,1	11
Portinhola do combustível	1,88	1,88	0	2,2	2,2	0
Painel lateral	126,20	27,8	39,2	131,4	29,40	38,8
Cobertura para-choque dianteiro	126,7	0	118,4	120,5	0	111,6
Cobertura para-choque traseiro	231,2	0	0	224,6	0	0

FONTE: O autor

4.3 QUANTIDADE DE MATERIAL E TEMPO DE REPARO

Para encontrar a quantidade de material e o tempo de reparo, usa-se a tabela de cálculo do tempo de pintura, mostrada na figura 9. As tabelas a seguir, apresentam as quantidades de material e o tempo necessário para execução do serviço de pintura das peças, tanto para o método manual quanto para o método virtual. Os valores que apresentaram alguma variação estão destacados em **negrito**.

Além das tabelas, foram criados também, gráficos para uma melhor visualização na hora de comparação dos valores.

Em algumas tabelas apresentadas a seguir, os gastos para pintura de uma peça nova é menor em relação a outra peça de nível 4 (Dano maior que 50% da peça). Isto é devido a peça nova ser fornecida com preparação para pintura, onde será necessário lixar superficialmente e logo aplicar a tinta e verniz. Nos casos de peças com danos maiores do que 50% é necessário lixar até a chapa, aplicar camadas de primer/anti-corrosivo entre outros, lixar novamente e por fim pintar.

4.3.1 Paralama esquerdo

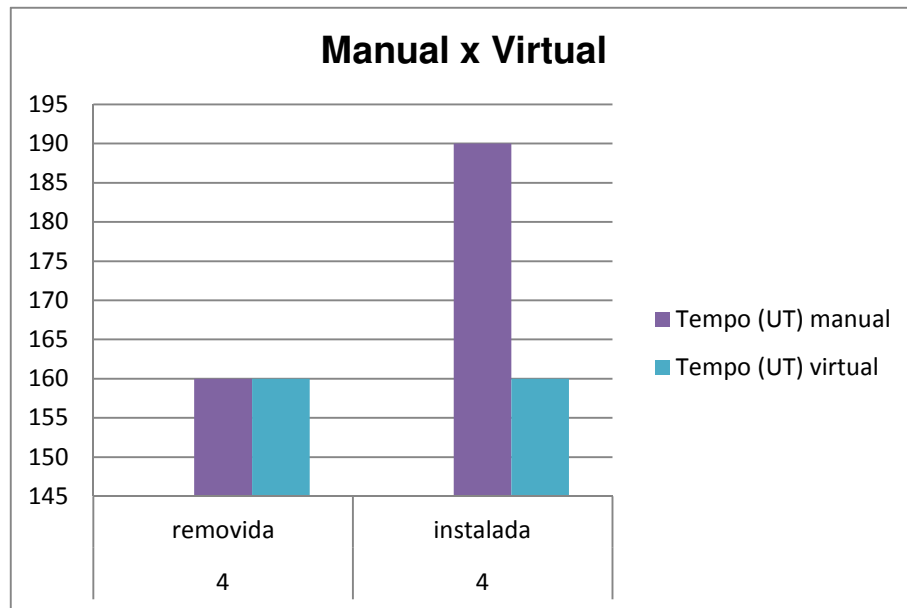
Pode-se observar que somente as duas últimas linhas apresentaram alguma variação nos valores. Conforme Tabela 4

Tabela 4 – **Paralama - Quantidade de material e Tempo de reparo**

Peças	Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material		Tempo de reparo (UT)	
			manual	virtual	manual	virtual
Paralama	1	removida	5	5	70	70
	1	instalada	6	6	90	90
	2	removida	4	4	70	70
	2	instalada	5	5	70	70
	3	removida	6	6	110	110
	3	instalada	7	7	110	110
	4	removida	10	9	160	160
	4	instalada	11	10	190	160

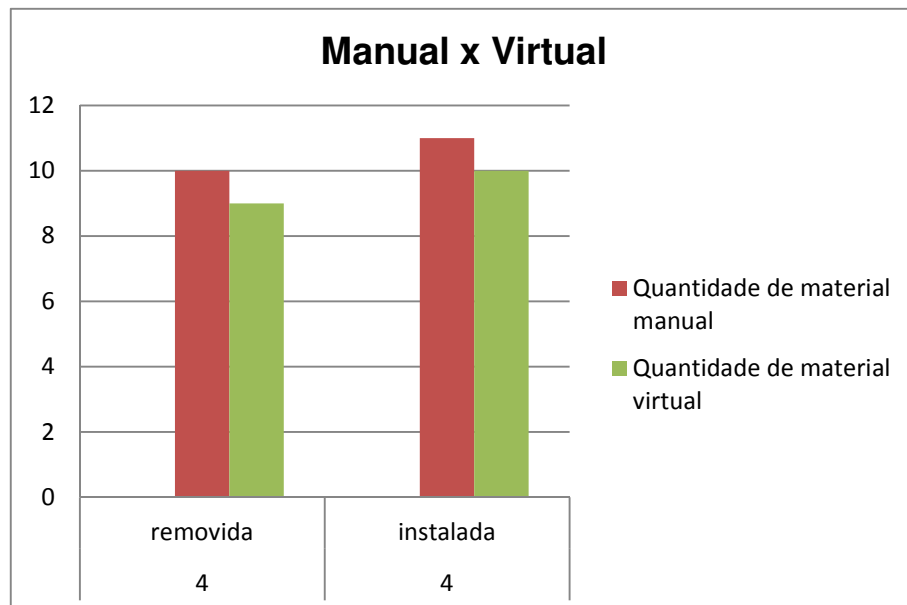
FONTE: O autor

Gráfico 1 – Paralama–Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)



FONTE: O autor

Gráfico 2 – Paralama–Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)



FONTE: O autor

4.3.2 Tampa dianteira

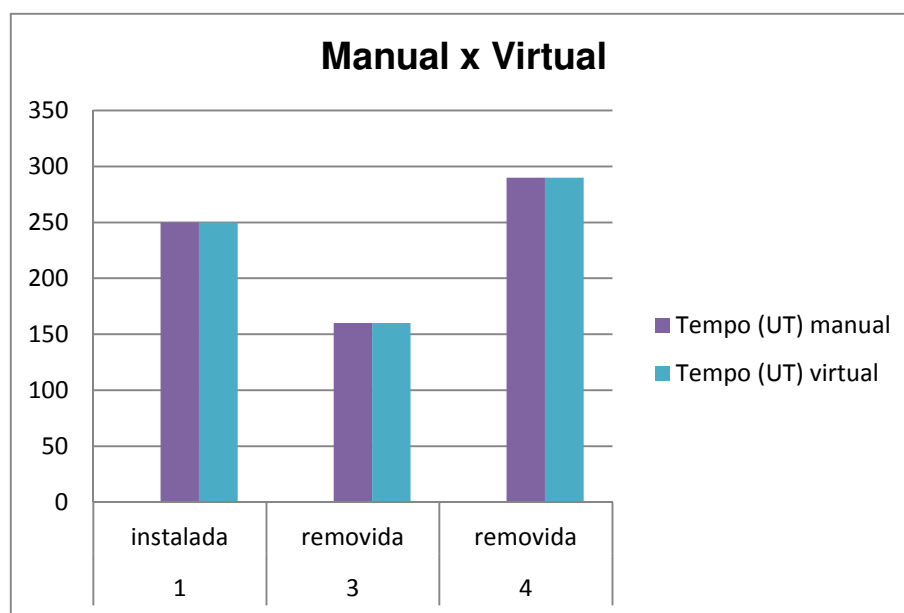
Para a tampa dianteira somente as linhas que estão em negrito apresentaram alguma variação nos valores. Conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Tampa dianteira - Quantidade de material e Tempo de reparo

Peças	Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material		Tempo de reparo (UT)	
			manual	virtual	manual	virtual
Tampa dianteira	1	removida	19	19	220	220
	1	instalada	21	20	250	250
	2	removida	8	8	110	110
	2	instalada	9	9	110	110
	3	removida	12	11	160	160
	3	instalada	13	13	190	190
	4	removida	18	17	290	290
	4	instalada	19	19	290	290

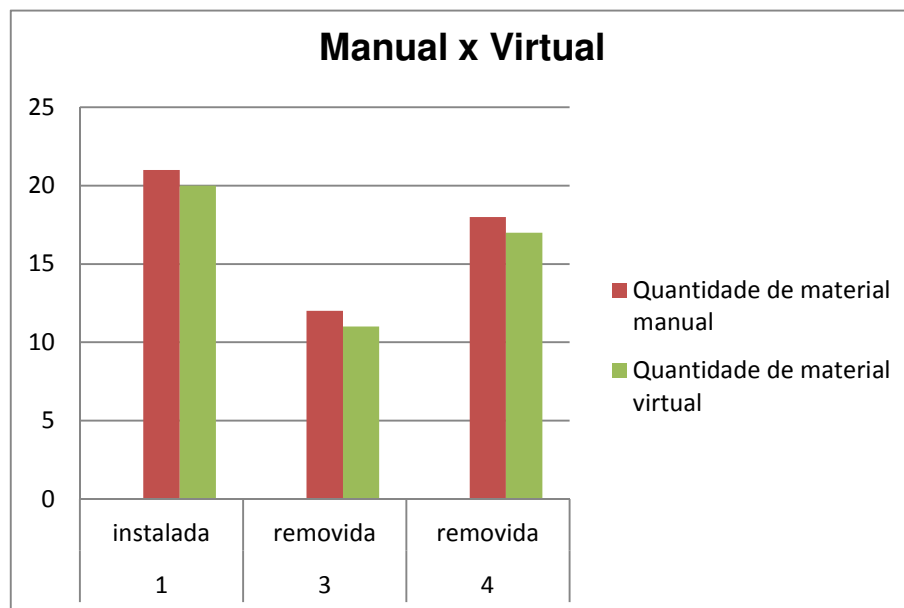
FONTE: O autor

Gráfico 3 – Tampa dianteira –Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)



FONTE: O autor

Gráfico 4 – Tampa dianteira –Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)



FONTE: O autor

4.3.3 Porta

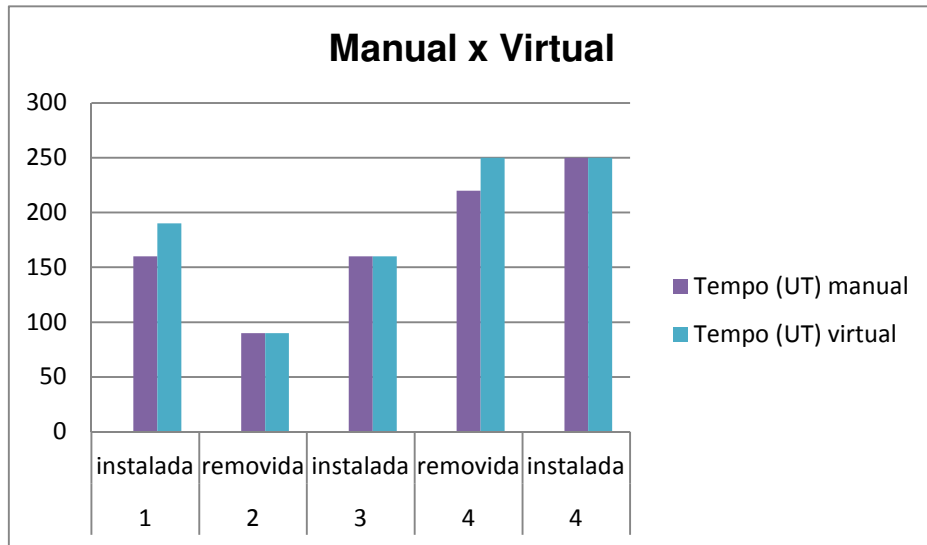
Pode-se observar que somente as linhas em destaque apresentaram alguma variação nos valores. Conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Porta - Quantidade de material e Tempo de reparo

Peças	Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material		Tempo de reparo (UT)	
			manual	virtual	manual	virtual
Porta	1	removida	13	13	160	160
	1	instalada	14	14	160	190
	2	removida	6	7	90	90
	2	instalada	7	7	90	90
	3	removida	9	9	130	130
	3	instalada	10	11	160	160
	4	removida	14	14	220	250
	4	instalada	15	16	250	250

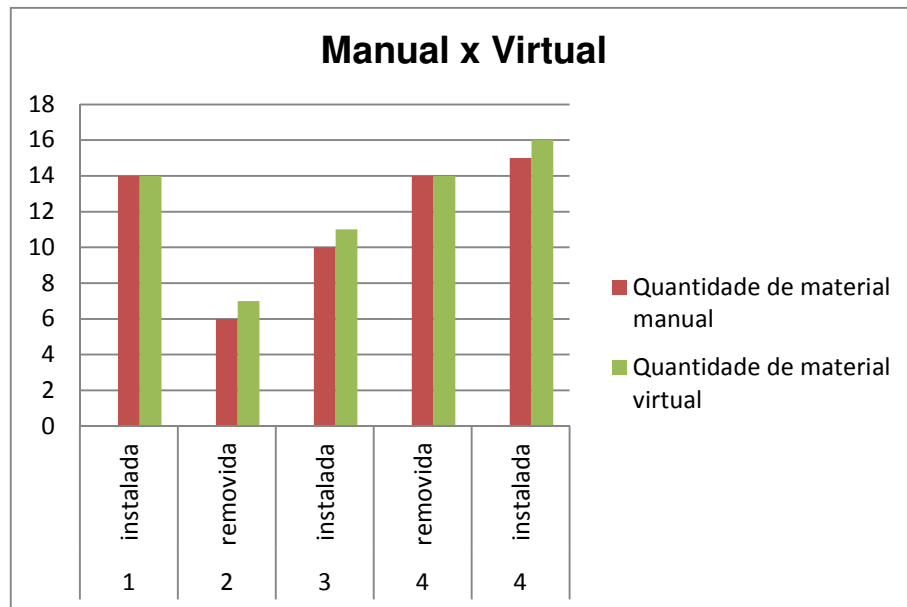
FONTE: O autor

Gráfico 5 – Porta – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)



FONTE: O autor

Gráfico 6 – Porta – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)



FONTE: O autor

4.3.4 Teto

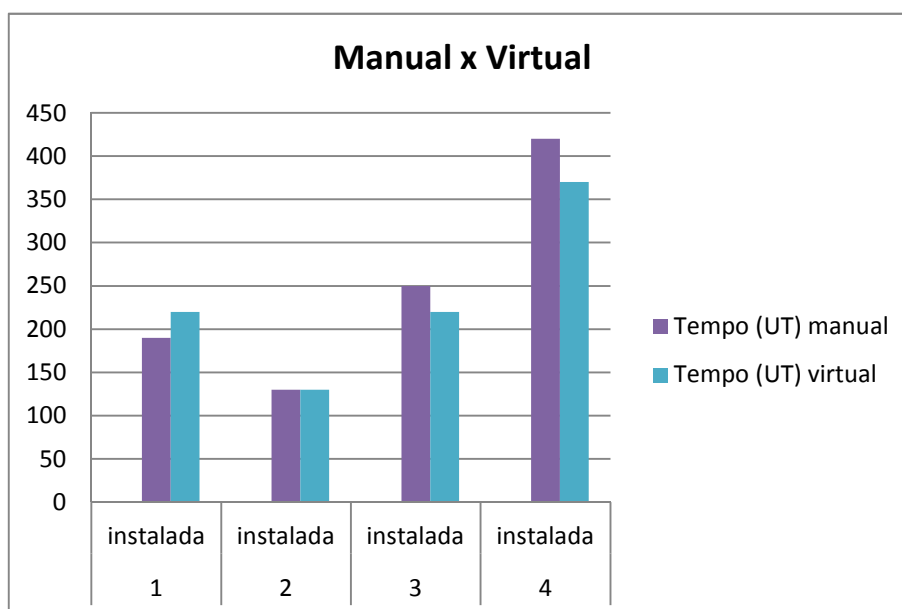
Para o teto os quatro níveis apresentaram variação nos valores. Conforme tabela 7.

Tabela 7 – Teto - Quantidade de material e Tempo de reparo

Peças	Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material		Tempo de reparo (UT)	
			manual	virtual	manual	virtual
Teto	1	removida	-	-	-	-
	1	instalada	15	17	190	220
	2	removida	-	-	-	-
	2	instalada	12	11	130	130
	3	removida	-	-	-	-
	3	instalada	18	16	250	220
	4	removida	-	-	-	-
	4	instalada	26	24	420	370

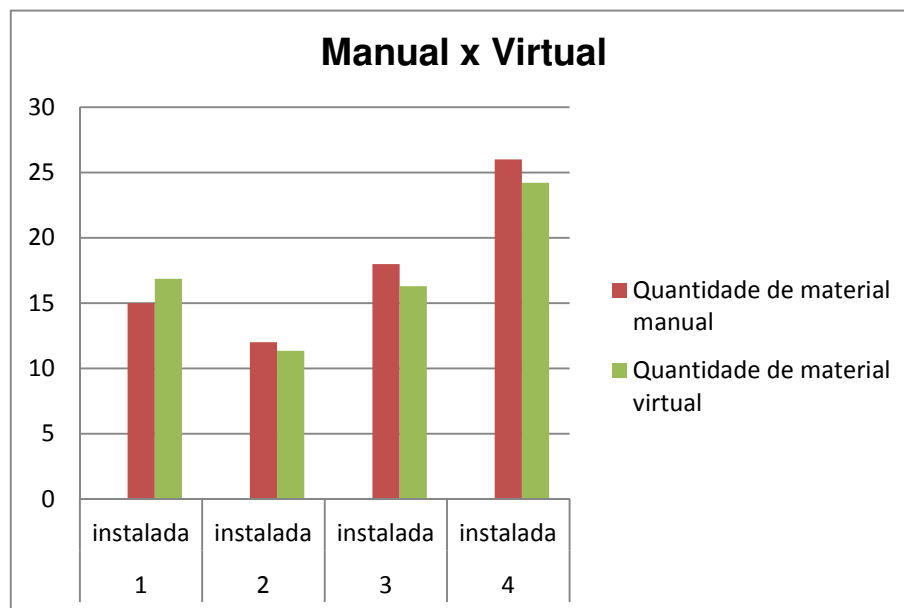
FONTE: O autor

Gráfico 7 – Teto – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)



FONTE: O autor

Gráfico 8 – Teto – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)



FONTE: O autor

4.3.5 Tampa traseira

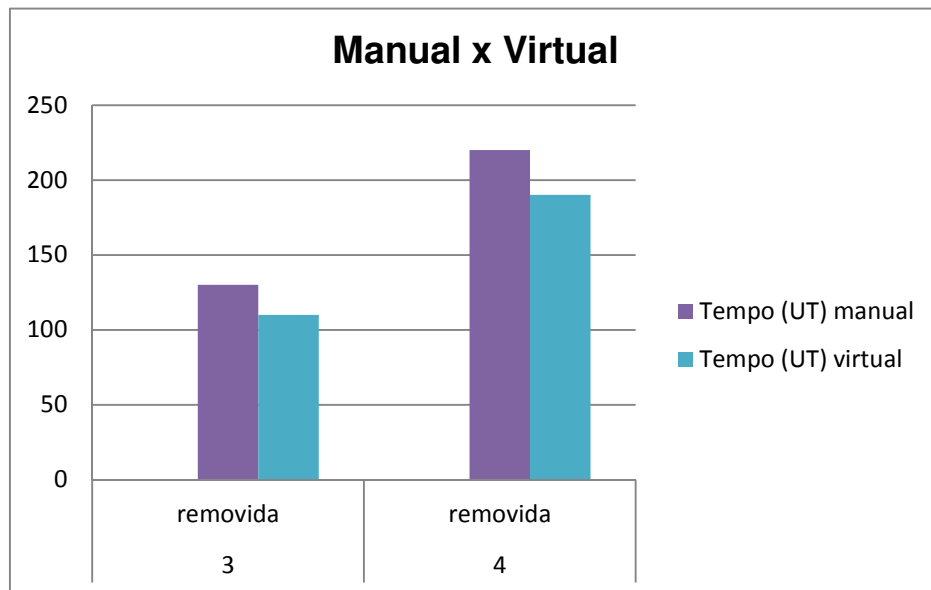
Pode-se observar que somente as linhas em negrito apresentaram alguma variação. Conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Tampa traseira - Quantidade de material e Tempo de reparo

Peças	Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material		Tempo de reparo (UT)	
			manual	virtual	manual	virtual
Tampa traseira	1	removida	13	13	160	160
	1	instalada	14	14	190	190
	2	removida	5	5	90	90
	2	instalada	6	6	90	90
	3	removida	8	8	130	110
	3	instalada	9	9	130	130
	4	removida	12	12	220	190
	4	instalada	13	13	220	220

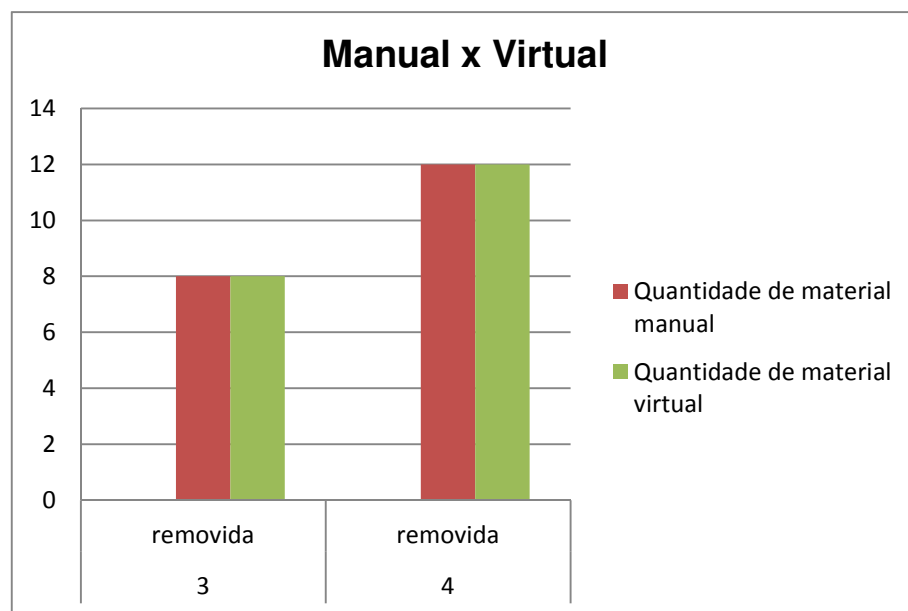
FONTE: O autor

Gráfico 9 – Tampa traseira – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)



FONTE: O autor

Gráfico 10 – Tampa traseira – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)



FONTE: O autor

4.3.6 Tampa do combustível

Como a tampa do combustível não apresentou variação em nenhuma das condições nos valores, cálculos e gráficos não precisaram ser apresentados. Conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Tampa do combustível - Quantidade de material e Tempo de reparo

Peças	Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material		Tempo de reparo (UT)	
			manual	virtual	manual	virtual
Tampa do combustível	1	removida	1	1	20	20
	1	instalada	-	-	-	-
	2	removida	1	1	30	30
	2	instalada	-	-	-	-
	3	removida	1	1	30	30
	3	instalada	-	-	-	-
	4	removida	1	1	30	30
	4	instalada	-	-	-	-

FONTE: O autor

4.3.7 Painel lateral

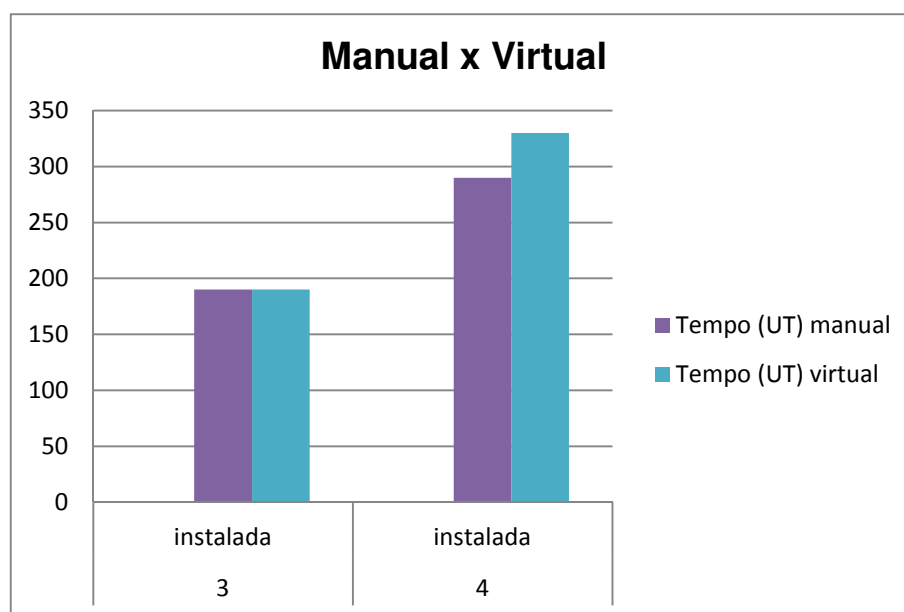
Para o painel lateral somente as linhas em negrito apresentaram alguma variação nos valores. Conforme Tabela 10.

Tabela 10 – **Painel lateral - Quantidade de material e Tempo de reparo**

Peças	Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material		Tempo de reparo (UT)	
			manual	virtual	manual	virtual
Painel lateral	1	removida	-	-	-	-
	1	instalada	17	17	220	220
	2	removida	-	-	-	-
	2	instalada	9	9	110	110
	3	removida	-	-	-	-
	3	instalada	13	14	190	190
	4	removida	-	-	-	-
	4	instalada	19	20	290	330

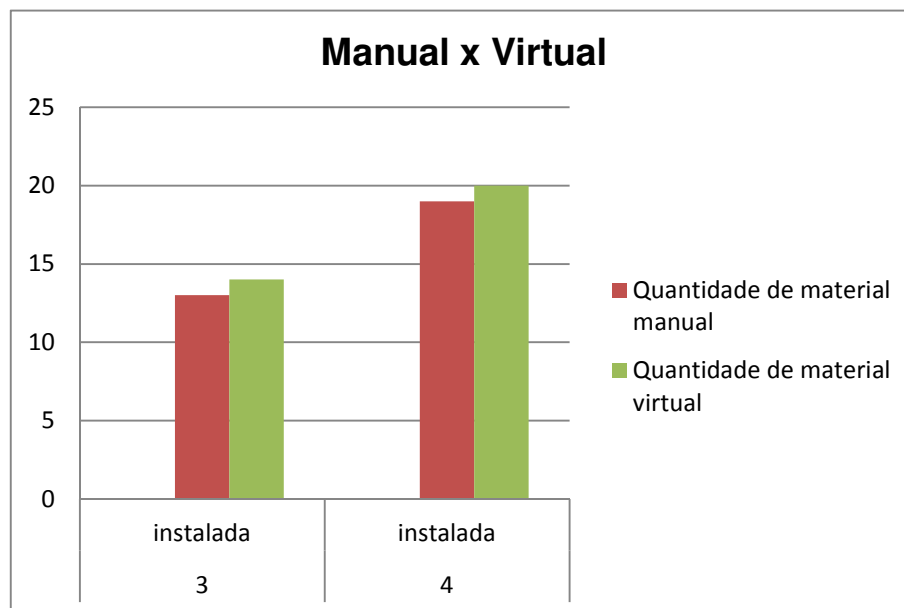
FONTE: O autor

Gráfico 11 – **Painel lateral – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)**



FONTE: O autor

Gráfico 12 – Painel lateral – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)



FONTE: O autor

4.3.8 Cobertura para-choque dianteiro

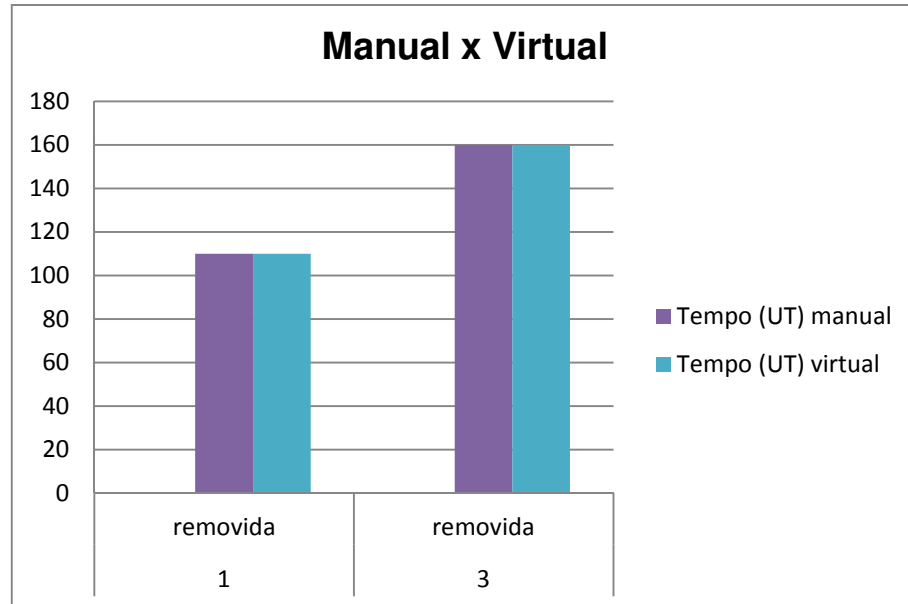
Pode-se observar que somente as linhas em negrito apresentaram alguma variação nos valores. Conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Cobertura para-choque dianteiro - Quantidade de material e Tempo de reparo

Peças	Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material		Tempo de reparo (UT)	
			manual	virtual	manual	virtual
Cobertura para-choque dianteiro	1	removida	13	12	110	110
	1	instalada	-	-	-	-
	2	removida	8	8	90	90
	2	instalada	-	-	-	-
	3	removida	12	11	160	160
	3	instalada	-	-	-	-
	4	removida	-	-	-	-
	4	instalada	-	-	-	-

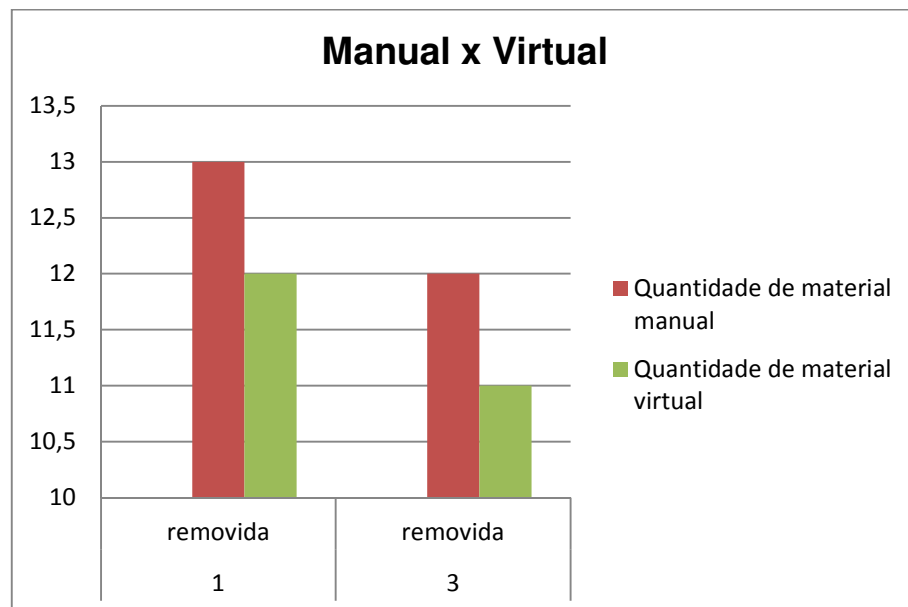
FONTE: O autor

Gráfico 13 – Cobertura para-choque dianteiro – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)



FONTE: O autor

Gráfico 14 – Cobertura para-choque dianteiro – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)



FONTE: O autor

4.3.9 Cobertura para-choque traseiro

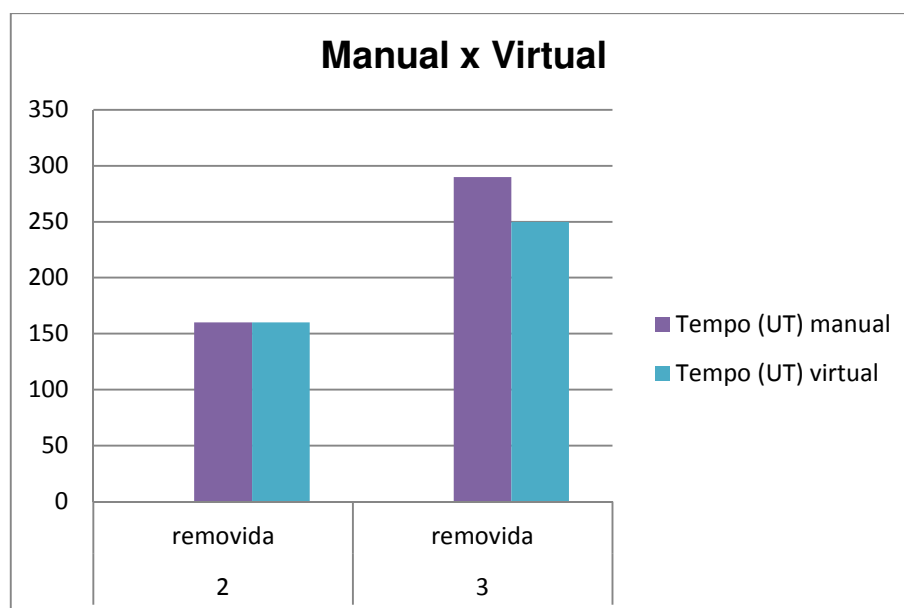
Pode-se observar que somente as linhas que estão em negrito apresentaram alguma variação nos valores. Conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Cobertura para-choque traseiro - Quantidade de material e Tempo de reparo

Peças	Nível de reparo	Condição da peça	Quantidade de material		Tempo de reparo (UT)	
			manual	virtual	manual	virtual
Cobertura Para-choque Traseiro	1	removida	17	17	160	160
	1	instalada	-	-	-	-
	2	removida	15	14	160	160
	2	instalada	-	-	-	-
	3	removida	21	20	290	250
	3	instalada	-	-	-	-
	4	removida	-	-	-	-
	4	instalada	-	-	-	-

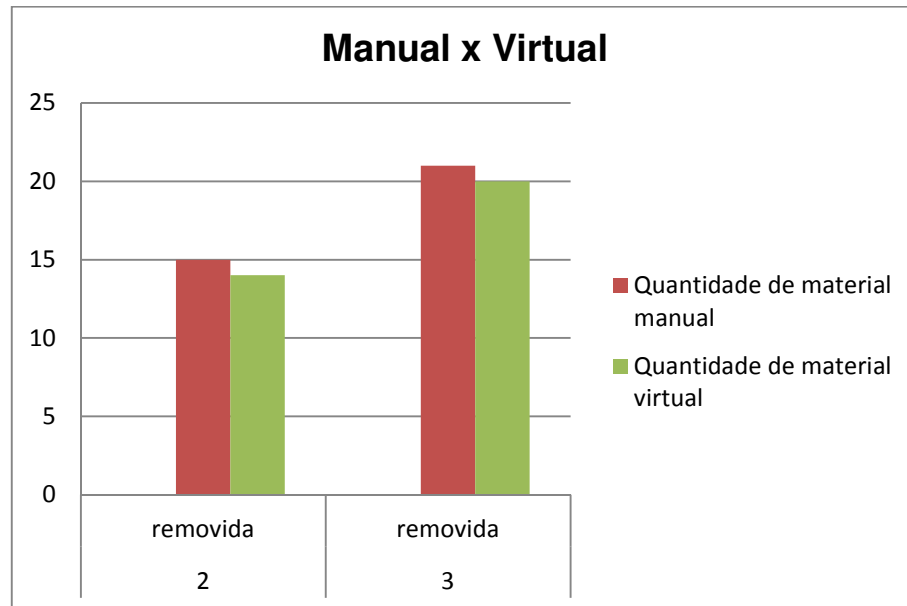
FONTE: O autor

Gráfico 15 – Cobertura para-choque traseiro – Tempo de reparo (manual) x Tempo de reparo (virtual)



FONTE: O autor

Gráfico 16 – Cobertura para-choque traseiro – Quantidade de material (manual) x Quantidade de material (virtual)



FONTE: O autor

4.4 GASTOS

Para efeito de cálculo foram adotados os seguintes valores:

RPM (Reparos Por Mês) = 800

TMO (Taxa de Mão-de-Obra) = R\$33,00

PUM (Preço Unitário de Material) = R\$20,00

Os cálculos dos gastos estão demonstrados nos **apêndices** separados por peça.

4.4.1 Paralamas esquerdo

A tabela 13 apresenta os gastos totais dos métodos onde pode-se observar que nas duas condições o método manual apresentou aumento em relação ao virtual.

Tabela 13 – **Paralama esquerdo - Gasto**

Nível de reparo	Condição da peça	Gasto total (R\$)		Diferença (R\$)	Diferença (%)	
		manual	virtual			
4	removida	202.240	186.240	16.000	8,59	> virtual
4	instalada	226.160	202.240	23.920	11,83	> virtual

FONTE: O autor

4.4.2 Tampa dianteira

A tabela 14 apresenta os gastos desnecessários em relação ao método virtual.

Tabela 14 – **Tampa dianteira – Gasto**

Nível de reparo	Condição da peça	Gasto total (R\$)		Diferença (R\$)	Diferença (%)	
		manual	virtual			
1	instalada	402.000	386.000	16.000	4,15	> virtual
3	removida	234.240	218.240	16.000	7,33	> virtual
4	removida	364.560	348.560	16.000	4,59	> virtual

FONTE: O autor

4.4.3 Porta

A tabela 15 apresenta que deveria ser pago em relação ao método virtual.

Tabela 15 – **Porta - Gasto**

Nível de reparo	Condição da peça	Gasto total (R\$)		Diferença (R\$)	Diferença (%)	
		manual	virtual			
1	instalada	266.240	274.160	-7.920	2,89	<virtual
2	removida	119.760	135.760	-16.000	11,79	<virtual
3	instalada	202.240	218.240	-16.000	7,33	<virtual
4	removida	282.080	290.000	-7.920	2,73	<virtual
4	instalada	306.000	322.000	-16.000	4,97	<virtual

FONTE: O autor

4.4.4 Teto

A tabela 16 demonstra que no nível de reparo 1 deixa de pagar, nos níveis de reparos 2, 3 e 4 apresenta um gasto desnecessário em relação ao método virtual.

Tabela 16 – **Teto - Gasto**

Nível de reparo	Condição da peça	Gasto total (R\$)		Diferença (R\$)	Diferença (%)	
		manual	virtual			
1	instalada	290.160	330.080	-39.920	12,09	<virtual
2	instalada	226.320	210.320	16.000	7,61	>virtual
3	instalada	354.000	314.080	39.920	12,71	>virtual
4	instalada	526.880	481.680	45.200	9,38	>virtual

FONTE: O autor

4.4.5 Tampa traseira

A tabela 17 apresenta o gasto desnecessário em relação ao método virtual.

Tabela 17 – **Tampa traseira - Gasto**

Nível de reparo	Condição da peça	Gasto total (R\$)		Diferença (R\$)	Diferença (%)	
		manual	virtual			
3	removida	162.320	157.040	5.280	3,36	>virtual
4	removida	250.080	242.160	7.920	3,27	>virtual

FONTE: O autor

4.4.6 Painel lateral

A tabela 18 apresenta o gasto que deveria se pago em relação ao método virtual.

Tabela 18 – **Painel lateral - Gasto**

Nível de reparo	Condição da peça	Gasto total (R\$)		Diferença (R\$)	Diferença (%)	
		manual	virtual			
3	instalada	258.160	274.160	-16.000	5,84	<virtual
4	instalada	380.560	407.120	-26.560	6,52	<virtual

FONTE: O autor

4.4.7 Cobertura para-choque dianteiro

A tabela 19 apresenta o gasto desnecessário em relação ao método virtual.

Tabela 19 – **Cobertura para-choque dianteiro - Gasto**

Nível de reparo	Condição da peça	Gasto total (R\$)		Diferença (R\$)	Diferença (%)	
		manual	virtual			
1	removida	237.040	221.040	16.000	7,24	>virtual
3	removida	234.240	218.240	16.000	7,33	>virtual

FONTE: O autor

4.4.8 Cobertura para-choque traseiro

A tabela 20 apresenta o gasto desnecessário em relação ao método virtual.

Tabela 20 – **Cobertura para-choque traseiro - Gasto**

Nível de reparo	Condição da peça	Gasto total (R\$)		Diferença (R\$)	Diferença (%)	
		manual	virtual			
1	removida	282.240	266.240	16.000	6,01	>virtual
3	removida	412.560	386.000	26.560	6,88	>virtual

FONTE: O autor

5 CONCLUSÕES

O estudo de caso apresentado pode-se comprovar que o método virtual demonstrou ser mais confiável e preciso do que o método manual. No tempo gasto de medição das áreas da carroceria obteve-se uma diferença de 500% em relação ao método virtual.

Já para o cálculo de área das peças os valores ficaram bem próximos uns dos outros, porém quando gerado os tempos de reparo e a quantidade de material foi possível observar que em algumas peças o método manual apresentou uma variação nos valores. Conforme mencionado anteriormente, como o serviço de garantia é pago de acordo com os tempos de reparo e quantidade de material, então o valor das áreas devem ser o mais preciso possível, para que os serviços sejam pagos da forma mais justa e correta.

Apenas em uma das peças o método manual apresentou uma certa precisão, a tampa de combustível, por se tratar de uma peça de pequeno porte e de baixa complexidade.

Então pode-se concluir que mesmo com o alto investimento de software, hardware e de pessoal qualificado, ainda assim o método virtual traz grandes vantagens para as empresas.

APÊNDICE A –Cálculos Paralama esquerdo

NÍVEL DE REPARO 4, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 9$$

$$TR = 160 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$144.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$186.240,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 10$$

$$TR = 160 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$160.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$202.240,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$16.000,00 \text{ (8,59\%)}$$

NÍVEL DE REPARO 4, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 10$$

$$TR = 160 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$160.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$202.240,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 11$$

$$TR = 190 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$50.160,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$176.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$226.160,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$23.920,00 \text{ (11,83\%)}$$

APÊNDICE B – Cálculos Tampa dianteira

NÍVEL DE REPARO 1, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 20$$

$$TR = 250 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$66.000,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$320.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$386.000,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 21$$

$$TR = 250 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$66.000,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$336.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$402.000,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$16.000,00 \text{ (4,15\%)}$$

NÍVEL DE REPARO 3, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 11$$

$$TR = 160 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$176.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$218.240,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 12$$

$$TR = 160 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$192.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$234.240,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$16.000,00 \text{ (7,33\%)}$$

NÍVEL DE REPARO 4, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 17$$

$$TR = 290 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$76.560,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$272.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$348.560,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 18$$

$$TR = 290 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$76.560,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$288.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$364.560,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$16.000,00 \text{ (4,59\%)}$$

APÊNDICE C – Cálculos Porta

PARA NÍVEL DE REPARO “1”, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 14$$

$$TR = 190 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$50.160,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$224.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$274.160,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 14$$

$$TR = 160 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$224.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$266.240,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = - R\$7.920,00 (-2,89\%)$$

PARA NÍVEL DE REPARO “2”, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”.**MÉTODO VIRTUAL**

Dados:

$$QM = 7$$

$$TR = 90 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$23.760,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$112.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$135.760,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 6$$

$$TR = 90 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$23.760,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$96.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$119.760,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = -R\$16.000,00 \text{ (-11,79\%)}$$

PARA NÍVEL DE REPARO “3”, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 11$$

$$TR = 160 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$176.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$218.240,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 10$$

$$TR = 160 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$160.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$202.240,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = -R\$16.000,00 \text{ } (-7,33\%)$$

PARA NÍVEL DE REPARO “4”, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 14$$

$$TR = 250 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$66.000,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$224.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$290.000,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 14$$

$$TR = 220 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$58.080,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$224.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$282.080,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = -R\$7.920,00 (-2,73\%)$$

PARA NÍVEL DE REPARO “4”, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 16$$

$$TR = 250 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$66.000,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$256.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$322.000,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 15$$

$$TR = 250 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$66.000,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$240.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$306.000,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = -R\$16.000,00 (-4,97\%)$$

APÊNDICE D – Cálculos Teto

PARA NÍVEL DE REPARO “1”, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 17$$

$$TR = 220 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$58.080,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$272.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$330.080,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 15$$

$$TR = 190 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$50.160,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$240.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$290.160,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = -R\$39.920,00 \text{ (-12,09\%)}$$

PARA NÍVEL DE REPARO “2”, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 11$$

$$TR = 130 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$34.320,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$176.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$210.320,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 12$$

$$TR = 130 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$34.320,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$192.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$226.320,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$16.000,00 \text{ (7,61\%)}$$

PARA NÍVEL DE REPARO “3”, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 16$$

$$TR = 220 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$58.080,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$256.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$314.080,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 18$$

$$TR = 250 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$66.000,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$288.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$354.000,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$39.920 \text{ (12,71\%)}$$

PARA NÍVEL DE REPARO “4”, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 24$$

$$TR = 370 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$97.680,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$384.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$481.680,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 26$$

$$TR = 420 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$110.880,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$416.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$526.880,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$45.200,00 \text{ (9,38\%)}$$

APÊNDICE E – Cálculos Tampa traseira

PARA NÍVEL DE REPARO “3”, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 8$$

$$TR = 110 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$29.040,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$128.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$157.040,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 8$$

$$TR = 130 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$34.320,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$128.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$162.320,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$5.280,00 \text{ (3,36\%)}$$

PARA NÍVEL DE REPARO “4”, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 12$$

$$TR = 190 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$50.160,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$192.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$242.160,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 12$$

$$TR = 220 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$58.080,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$192.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$250.080,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

Diferença = R\$7.920,00 (3,27%)

APÊNDICE F – Cálculos Painel lateral

PARA NÍVEL DE REPARO “3”, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 14$$

$$TR = 190 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$50.160,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$224.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$274.160,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 13$$

$$TR = 190 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$50.160,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$208.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$258.160,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = -R\$16.000,00 \text{ } (-5,84\%)$$

PARA NÍVEL DE REPARO “4”, CONDIÇÃO DA PEÇA “INSTALADA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 20$$

$$TR = 330 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$87.120,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$320.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$407.120,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 19$$

$$TR = 290 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$76.560,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$304.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$380.560,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = -R\$26.560,00 (-6,98\%)$$

APÊNDICE G – Cálculos Cobertura para-choque dianteiro

NO NÍVEL DE REPARO 1, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 12$$

$$TR = 110 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$29.040,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$192.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$221.040,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 13$$

$$TR = 110 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$29.040,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$208.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$237.040,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = 282240 - 266240 = R\$16.000 \text{ (6,01\%)}$$

NO NÍVEL DE REPARO 3, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 11$$

$$TR = 160 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$176.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$218.240.000,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 12$$

$$TR = 160 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$192.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$234.240,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = 16.000,00 (7,33\%)$$

APÊNDICE H – Cálculos Cobertura para-choque traseiro**NO NÍVEL DE REPARO 1, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”.****MÉTODO VIRTUAL**

Dados:

$$QM = 14$$

$$TR = 160 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$224.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$266.240,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 15$$

$$TR = 160 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$42.240,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$240.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$282.240,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$16.000 \text{ (6,01\%)}$$

NO NÍVEL DE REPARO 3, CONDIÇÃO DA PEÇA “REMOVIDA”.

MÉTODO VIRTUAL

Dados:

$$QM = 20$$

$$TR = 250 \text{ (UT)}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$66.000,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$320.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$386.000,00$$

MÉTODO MANUAL

Dados:

$$QM = 21$$

$$TR = 290 \text{ UT}$$

$$TMO = R\$33,00$$

$$QRM = 800$$

$$PUM = R\$20,00$$

$$TGR = TR \times QRM \times TMO$$

$$TGR = R\$76.560,00$$

$$GM = QM \times QRM \times PUM$$

$$GM = R\$336.000,00$$

$$GT = TGR + GM$$

$$GT = R\$412.560,00$$

Diferença entre o método virtual e o método manual

$$\text{Diferença} = R\$26.560,00 \text{ (6,88\%)}$$

REFERÊNCIAS

FIGUEIRA, Ricardo Jorge Costa de Moraes. **CAD/CAE/CAM/CIM**. 2003. Disponível em: <http://www.dei.isep.ipp.pt/~paf/proj/Julho2003/CAD_CAE_CAM_CIM.pdf>. Acesso em: 20 out. 2013.

REVISTA CESVI BRASIL. City Empresarial Jaraguá, Sp: Cesvi Brasil, n. 1, 1998. Bimestral.

REVISTA CESVI. City Empresarial Jaraguá, Sp: Cesvi Brasil, n. 87, 2013. Bimestral. Disponível em: <<http://www.cesvibrasil.com.br/site.aspx/revista-cesvi?revista=1&edicao=87>>. Acesso em: 04 jan. 2014.

ESY. **Documentação Técnica**. São Bernardo do Campo, 1980.

ESY. **Documentação Técnica**. São Bernardo do Campo, 1995.

ESY. **Documentação Técnica**. São Bernardo do Campo, 2002.

ESY. **Documentação Técnica**. São Bernardo do Campo, 2005.

ESY. **Documentação Técnica**. São Bernardo do Campo, 2011.