

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

DOUGLAS LAMBRECHT

METODOLOGIA PARA PADRONIZAÇÃO DE PROJETO ELÉTRICO E
EXECUÇÃO DE MONTAGEM NA INDÚSTRIA DE VEÍCULOS DE
RECREAÇÃO

São Leopoldo
2022

DOUGLAS LAMBRECHT

**METODOLOGIA PARA PADRONIZAÇÃO DE PROJETO ELÉTRICO E
EXECUÇÃO DE MONTAGEM NA INDÚSTRIA DE VEÍCULOS DE
RECREAÇÃO**

Projeto de Pesquisa apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientador: Me Vinícius André Uberti

São Leopoldo

2022

RESUMO

O mercado de veículos recreativos no Brasil e no mundo vem se tornando mais popular a cada ano, proporcionando um contato único com a natureza e diversas experiências ao longo das viagens, longe do tumulto de centros urbanos. Sendo assim, traz consigo uma série de implicações para a indústria, turismo e meio ambiente. Dentre as adequações da indústria, para que o viajante possa aproveitar sempre da melhor forma seu passeio, é de suma importância que o veículo esteja corretamente dimensionado. Pensando nisso e visualizando a praticidade para que uma equipe de técnicos possa realizar a instalação dos componentes elétricos e eletrônicos em um veículo de recreação, o presente trabalho apresenta uma metodologia para o desenvolvimento de um projeto elétrico e, também, execução de montagem para os veículos da linha de produção de uma empresa do ramo, padronizando projetos e processos. Sendo assim, o intuito é tornar a instalação e uma futura manutenção mais rápidas, contando com um processo de montagem elétrica adequado ao tempo do restante da produção e as normas elétricas vigentes.

Palavras-chave: Dimensionado. Veículo de recreação. Sistema elétrico.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 OBJETIVO	7
1.1.1 Objetivo geral	7
1.1.2 Objetivos específicos	7
1.2 JUSTIFICATIVA.....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 VEÍCULOS RECREATIVOS	8
2.2 O CAMPISMO NO BRASIL.....	10
2.3 NORMAS TÉCNICAS DO SETOR ELÉTRICO.....	11
2.3.1 Dimensionamento iluminação e tomadas	11
2.3.1.1 Iluminação.....	11
2.3.1.2 Tomadas	11
2.3.2 Dimensionamento dos circuitos	13
2.3.3 Disjuntores termomagnéticos	13
2.3.4 Dimensionamento da seção dos condutores	14
2.3.4.1 Capacidade de condução de corrente	14
2.3.4.2 Queda de tensão.....	15
2.3.5 Cálculo do condutor de proteção elétrica (PE)	16
2.3.6 Dimensionamento dos eletrodutos	16
2.4 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	17
2.4.1 Componentes e elementos de um sistema fotovoltaico isolado	18
2.4.1.1 Módulo fotovoltaico	18
2.4.1.2 Controladores de carga.....	19
2.4.1.3 Baterias ou acumuladores	19
2.4.1.4 Inversor de tensão	21
2.5 CONVERSOR AUTOMÁTICO	22
3 METODOLOGIA	23
3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	25
3.2 DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO	25
3.2.1 Distribuição de pontos de iluminação, tomadas e equipamentos	26

3.2.2 Adequação dos equipamentos alimentadores	26
3.2.3 Dimensionamento dos circuitos, componentes e proteções .	29
3.2.4 Padronização de cores	30
3.3 PROJETO ILUSTRATIVO	30
3.4 DIAGRAMA UNIFILAR	31
3.5 PLANTA BAIXA 2D	33
3.6 DIRETRIZES DE MONTAGEM	35
3.6.1 Primeira etapa - bagageiros	35
3.6.2 Segunda etapa - estrutura do teto	35
3.6.3 Terceira etapa - móveis e interior	36
3.6.4 Quarta etapa - finalização	36
3.7 QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS	37
4 ESTUDO DE CASO	38
5 ANÁLISE DE RESULTADOS	55
5.1 FORMAÇÃO, CARGO E EXPERIÊNCIA	55
5.2 ANÁLISE QUANTO AS PADRONIZAÇÕES	56
6 CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS	61
APÊNDICE A – TABELA DE DIMENSIONAMENTO	63
APÊNDICE B – PADRÃO DE CORES DOS CABOS	64
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO	66

1 INTRODUÇÃO

Os veículos de recreação (VR), nascidos da necessidade de maior conforto para os campistas, trazem consigo a união da tecnologia e da agilidade e praticidade no transporte, garantindo a diversão com a convivência de um lar (PIVARI, 2007). Ganharam grande visibilidade na década de 1940 no exterior, onde eram conhecidos por “trailers domésticos”, quando melhoraram significativamente a sua qualidade quanto a projetos e peças utilizadas.

Nos Estados Unidos, em conjunto com o crescimento do sistema rodoviário interestadual da época, os VR's tornaram-se uma alternativa extremamente viável para as famílias que gostavam de aproveitar suas férias com comodidade e segurança em viagens de acampamento (WALLIS, 1987). O desejo de viver na estrada cresceu tanto, que em meados de 1970, os aposentados chegavam a vender suas casas para viver em pequenos veículos, habitando-os em tempo integral. Já no Brasil, a procura por este entretenimento seguiu um caminho parecido e, desde 2011, quando estabeleceu-se a última alteração referente a estes veículos no Código de Trânsito Brasileiro, a prática de viajar e acampar sobre rodas tornou-se ainda mais difundida.

Sendo assim, com a alta procura e o avanço das tecnologias embarcadas nos veículos, as indústrias precisam se adequar e garantir o exímio projeto e funcionamento. Dessa forma é possível garantir total segurança aos usuários e, ainda, uma excelência na qualidade dos produtos e agilidade no atendimento aos consumidores.

Por fim, de extrema importância que o dimensionamento elétrico da residência, inclusive as sobre rodas, seja elaborado de maneira correta, garantindo o perfeito funcionamento de todos os equipamentos e garantindo a segurança de todos os usuários. Além disso, com o projeto realizado de maneira correta, a execução de montagem e posterior ampliação ou manutenção podem ser realizadas de forma ágil e assertiva.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral propor uma metodologia que garanta um padrão no processo de elaboração e execução de projetos elétricos em veículos de recreação da linha de produção de uma empresa do ramo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentar o projeto elétrico da residência de um veículo de recreação, adequando o dimensionamento de acordo com as normas elétricas;
- Propor um layout explicativo do projeto 3D para que a equipe da produção tenha informações mais visuais para a instalação;
- Acompanhar todas as etapas da execução realizadas pela equipe técnica da produção e, assim, identificar pontos de melhora na agilidade do processo e na qualidade do produto, bem como, possíveis pontos que ainda podem ser readequados.

1.2 JUSTIFICATIVA

O mercado de veículos recreativos ainda está em pleno desenvolvimento no país e nem todos os setores envolvidos conseguem acompanhar este ritmo, seja de projetos, seja a estrutura oferecida pela maioria dos campings que os usuários frequentam. Atualmente, a empresa em estudo não conta com um projeto elétrico para a residência de seus veículos da linha de produção, ou seja, tal fator implica diretamente na agilidade e assertividade da equipe elétrica no processo de montagem. Além disso, o não dimensionamento da estrutura elétrica propõem uma falta de segurança aos usuários dos veículos e, por isso, o presente estudo servirá como base de melhoria para todo o processo de fabricação destes produtos, conseqüentemente, maior comodidade e segurança aos clientes que adquirirem seu motorhome.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 VEÍCULOS RECREATIVOS

Proveniente do século XVIII, a designação de um veículo recreativo está diretamente ligada aos trens ferroviários modernos e luxuosos que habitavam o transporte terrestre da época. Inventada pelo britânico Gordon-Stables, a primeira casa sobre rodas que se tem registro é do ano de 1886. Puxada por cavalos, o “The Wonderer” trazia consigo o luxo dos carros ferroviários (PALHARES, 2002, p.202).

Desde a sua primeira aparição até os dias atuais, o conceito de luxo e conforto mantem-se na moda na construção de tais veículos, em especial os motorhomes, que necessitam de mais recursos para oferecer um período de estadia e acomodação maior.

“Os veículos recreacionais (VR) são aqueles utilizados predominantemente em viagens de lazer para uso recreativo, em acampamentos e, eventualmente, até mesmo para moradias temporárias.” (PALHARES, 2002, p202). Estes podem ser divididos em dois grupos: sem propulsão própria, módulos produzidos para serem rebocados, e com propulsão própria.

Sem propulsão própria são os chamados Campers e Trailers, os quais são acoplados à caçamba de uma caminhonete ou a um engate de reboque de um carro para serem transportados, respectivamente (RECREATION VEHICLE INDUSTRY ASSOCIATION, 2016).

Com propulsão própria são os chamados Motorhomes e Truckhomes, são casas montadas sobre chassis de vans, ônibus e caminhões, proporcionando o acesso a terrenos mais difíceis. Podem ainda ser classificados de acordo com a sua capacidade ocupacional ou engate. Seguindo com a definição, Braga (2003, p.170) acrescenta, “MOTOR-HOME (ing) s.m. – Veículo, tipo caminhão, equipado com instalações comuns a um trailer. Também usado: Mobile-house (ing). Trad.: Casa móvel.”.

Se tratando de motorhomes, geralmente são equipados com espaço de convivência, preparo de alimentos e outro ainda para os viajantes dormirem. Estas versões possuem, normalmente, água estocada para uso da cozinha e

banheiro, energia elétrica, gás para cozinhar e para aquecer a água do chuveiro e podendo até, em casos mais luxuosos, possuir sistema de aquecimento e resfriamento de ambiente e quaisquer outras utilidades existentes numa casa (PALHARES, 2002, p.202).

Independentemente do tamanho e do luxo, os motorhomes em geral devem possuir no mínimo:

- Banheiro com chuveiro, pia e sanitário, cozinha com pia, fogão, geladeira e mesa (com possibilidade para virar cama, caso não exista espaço para o quarto);
- Ser autossuficiente, com sistema de caixa d'água que alimenta o veículo através de uma bomba elétrica, possui abertura para abastecer o tanque em local de parada;
- Sistema com saída direta ou tanque para água servida, proveniente das pias e box, e ainda o sistema de descarte de detritos, podendo ser manual ou, também, possuindo um tanque para o acúmulo e descarte posterior;
- Possuir bateria(s) para alimentar a casa e dispositivos nela instalados através dela mesma e/ou equipada com inversor de frequência, além de carregador ou conversor automático para auxiliar na carga deste banco quando ligado a um ponto de energia externa;
- Não menos importante, um sistema a gás para uso no fogão da cozinha, bem como para o aquecimento da água das torneiras e chuveiro.

Com um pouco mais de luxo, os veículos podem contar ainda com equipamentos para trazer ainda mais comodidade na estadia como televisão, forno micro-ondas, máquina de lavar e secar roupas, ar-condicionado, antenas de sinal para a TV e internet, gerador de energia a combustão, sistema de nivelamento hidráulico, sistema de slide-out, entre outros.

Nos casos de veículos construídos e desenvolvidos sobre chassis de veículos como vans, ônibus e caminhões, os mais modernos motorhomes possuem estrutura em aço galvanizado e/ou alumínio, com tratamento especial

antiferrugem, e móveis em madeira ou com acabamentos em fórmica. O assoalho pode ser desenvolvido em chapas de compensado naval, tratadas contra as intempéries do tempo e cupins, assim como paredes e teto, além de camadas de materiais de alumínio composto (chapas de ACM). Os acabamentos e detalhes do design externo ainda podem receber peças elaboradas de fibra, bem como, a alcova, que fica localizada acima da cabine e pode ser equipada para um quarto de casal.

2.2 O CAMPISMO NO BRASIL

De acordo com Soalha (2002), foi na década de 1970 que o campismo se expandiu no Brasil em decorrência do desenvolvimento industrial automobilístico e da expansão da malha rodoviária nacional. Com este tipo de alojamento tornaram-se acessíveis infinitos destinos no país que, naquela época, contava com uma infraestrutura precária para o turismo.

Sediada em Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, a primeira empresa fabricante de trailers e motorhomes foi fundada no ano de 1965, por Pedro Luiz Scheid. Munido de informações, plantas e esquemas trazidos de uma parceria com uma empresa alemã, a empresa iniciou seus trabalhos com o projeto de um trailer, que seria o primeiro veículo recreativo fabricado no país (BUZIAN, 2007).

Após anos de trabalho e diversos fabricantes novos surgindo no mercado, na década de 1990 uma estagnação no mercado se consolidou. O antigo Código Nacional de Trânsito, de 1967, flexibilizava o uso de trailers e motorhomes, uma vez que não fazia menção aos veículos de recreação. Sendo assim, viajar rebocando um trailer era relativamente simples, não exigindo ao motorista nenhuma licença específica para condução.

No ano de 1997 estabeleceu-se o novo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), impondo uma mudança na classificação dos veículos automotores e tornando mais rígidas as exigências para condução de certos veículos.

Entretanto, no ano de 2011 foi aprovada uma alteração no artigo 143 do CTB no que diz respeito à classificação dos veículos, incluindo os de recreação. Nesta mudança, que vigora até os dias atuais, a legislação permite a

possibilidade, de acordo com peso e capacidade ocupacional de transporte do veículo, a condução destes com classificações de carteira B, C, D e/ou E.

No âmbito geral, do veículo básico ao luxuoso, os VR's precisam seguir os critérios de projeto estrutural mecânico e elétrico para o seu funcionamento e regulamentação perante as normas vigentes e inspeção do Inmetro para que sejam legalizados e, então, possam ser registrados perante o Detran.

2.3 NORMAS TÉCNICAS DO SETOR ELÉTRICO

2.3.1 Dimensionamento iluminação e tomadas

Para o projeto elétrico residencial, os circuitos elétricos são subdivididos em iluminação e tomadas. O item 9.5.2 da norma ABNT NBR 5410/2004 orienta quanto à previsão de carga, determinando a quantidade mínima de pontos de iluminação e tomadas por cômodo ou dependência da habitação.

2.3.1.1 Iluminação

A norma retrata a quantidade mínima de pontos de iluminação relacionados a área de cada cômodo. No entanto, relacionado ao projeto de arquitetura, é possível adicionar mais pontos.

- Considerar em cômodos ou dependências no mínimo um ponto de luz no teto comandado por interruptor instalado em parede com fácil acesso;
- Considerar em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6m², deve ser previsto uma carga mínima de 100 W;
- Considerar em cômodos ou dependências com área superior a 6m² uma carga mínima de 100 W para os primeiros 6m² e acrescentar 60 W para cada aumento de 4m² inteiros.

2.3.1.2 Tomadas

As tomadas são classificadas em tomadas de uso geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE). Para tomadas TUG a norma cita que em determinados

cômodos ou dependências o cálculo do perímetro seja levado em consideração, além da área em metros quadrados (m²). Assim, tem-se as seguintes recomendações para o dimensionamento mínimo das tomadas de uso geral:

- Em banheiros, independentemente da área, pelo menos uma tomada junto ao lavatório;
- Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo uma tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas, no mesmo ponto ou em pontos distintos;
- Em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;
- Em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível;
- Nos demais cômodos e dependências, se a área for igual ou inferior a 6 m², pelo menos uma tomada, se a área for superior a 6 m², pelo menos uma tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível;
- Em banheiros, cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias e áreas de serviço, no mínimo 600 W por tomada, até três tomadas, após 100 W por tomada para as excedentes, considerando cada um destes ambientes separadamente;
- Nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 W por tomada.

Para as tomadas de uso específico TUE considerado potência mínima de 1000 W. São tomadas destinadas a ligação de eletrodomésticos e equipamentos elétricos específicos como motores.

2.3.2 Dimensionamento dos circuitos

O dimensionamento dos circuitos está relacionado diretamente ao número de pontos de iluminação, tomadas TUG e tomadas TUE, e à disposição dos cômodos da residência.

Sendo assim, deve ser elaborado o projeto elétrico tendo em vista algumas considerações para separação dos circuitos:

- Circuitos de iluminação independentes dos circuitos de tomadas TUG e TUE;
- Tomadas TUE separadas em circuitos únicos. Para um melhor aproveitamento dos condutores na definição dos circuitos de iluminação e tomadas TUG, determinado a potência máxima por circuito, conforme boas práticas de projeto elétrico.

2.3.3 Disjuntores termomagnéticos

Disjuntores termomagnéticos são equipamentos de proteção que tem como principal função desarmar circuitos, caso perceba uma corrente elétrica acima do seu valor nominal ou uma corrente de curto-circuito. Em condições normais, pode exercer a função de seccionamento e manobra de circuitos.

O item 5.3.4 da NBR 5410:2004 estabelece que o disjuntor deve interromper a corrente de sobrecarga antes do aquecimento excessivo dos condutores. Para tanto, os disjuntores são calculados para satisfazer as condições abaixo:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ (condição normal)} \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z \text{ (sobrecarga – atuação do disjuntor)} \quad (2)$$

Em que:

- I_b – Corrente de projeto;
- I_n – Corrente nominal do disjuntor;
- I_z – Capacidade de condução dos condutores vivos;
- I_2 – Corrente convencional de atuação do disjuntor ou fusível.

2.3.4 Dimensionamento da seção dos condutores

O dimensionamento é o procedimento realizado para verificar a seção mínima adequada para atender a três critérios simultaneamente:

- Capacidade de condução de corrente;
- Limite de queda de tensão;
- Seção mínima citada pela NBR 5410:2004, de acordo com o uso do circuito.

2.3.4.1 Capacidade de condução de corrente

O método de instalação e a temperatura ambiente atuam na capacidade de troca térmica entre os condutores e o ambiente ao seu entorno, limitando a capacidade de condução de corrente.

A temperatura máxima de serviço contínuo, ou seja, a corrente transportada durante períodos prolongados em condição normal, não deve ultrapassar os valores listados na tabela 35 da norma NBR 5410:2004.

Para os condutores com isolamento em PVC:

- Temperatura máxima regime permanente - 70 °C;
- Temperatura máxima regime de sobrecarga - 100 °C;
- Temperatura máxima regime de curto-circuito - 160 °C.

Para não ultrapassar os limites citados, a tabela 36 da norma NBR 5410:2004 fornece a capacidade de condução de corrente de cada seção nominal dos condutores em cobre com isolamento em PVC, considerando a temperatura de referência ambiente 30 °C no ar e 20 °C no solo. Está atrelado ao método de referência utilizado, definido na tabela 33 da norma NBR 5410:2004, e a quantidade de condutores carregados.

Informações relevantes para desenvolvimento dos cálculos:

- Condutores de cobre com isolamento em PVC;
- Eletroduto em PVC flexível;
- Tipo de instalação;
- Coeficiente de correção de temperatura (ct);

- Coeficiente de fator de agrupamento de circuitos (f_a);

Uma vez calculada a corrente de projeto e identificados os fatores de correção, a corrente de projeto é corrigida e seu valor é utilizado para a determinação da seção do condutor (CREDER, 2016, p.326).

$$i_c = \frac{i_{circuito}}{(ct.f_a)} \quad (3)$$

Em que:

- i_c – Corrente de projeto corrigida;
- $i_{circuito}$ – Corrente nominal do circuito;
- ct – Correção de temperatura;
- f_a – Fator de agrupamento de condutores vivos.

2.3.4.2 Queda de tensão

Os limites da queda de tensão são dados pela NBR 5410. Em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos seguintes valores, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação:

- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

Para calcular a queda de tensão percentual (DV(%)) de um circuito monofásico, considera-se a queda de tensão por comprimento total de condutores, como na fórmula abaixo (CREDER, 2016, p.129):

$$DV = 2.I.\ell.Z.Vn.100 \quad (4)$$

Onde:

- DV – queda de tensão, em %;
- Vn – tensão de linha do circuito, em V;
- I – corrente nominal da carga, em A;
- ℓ – comprimento do circuito, em km;
- Z – impedância do condutor, em Ω/km ;

2.3.5 Cálculo do condutor de proteção elétrica (PE)

A norma indica como alternativa ao cálculo a adoção das seções mínimas para o cabo de terra de acordo com a tabela 58 da mesma. A tabela 1 apresenta a seção do condutor PE a ser usado em relação à seção dos condutores de fase calculados previamente.

Tabela 1 – Seção mínima do condutor de proteção

SEÇÃO DOS CONDUTORES DE FASE (mm^2)	SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR PE (mm^2)
S \leq 16	S
16 < S \leq 35	16
S > 35	S/2

Fonte: ABNT NBR 5410 (2004, p. 150).

2.3.6 Dimensionamento dos eletrodutos

A taxa de ocupação do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base

no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores;

Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 m de comprimento para linhas internas às edificações e 30 m para as linhas em áreas externas às edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 m e o de 30 m devem ser reduzidos em 3 m para cada curva de 90°.

2.4 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Como se sabe, uma mudança na matriz energética mundial já está se tornando algo ainda mais próximo. Um estudo realizado pela Agência Internacional de Energia (AIE) demonstra que, até 2050, painéis solares serão responsáveis por abastecer uma demanda de 45% de todo o consumo de energia global (Mekhilef et al., 2011)

O uso desta tecnologia, principalmente para a área rural e residencial, será promissor e ainda mais viável como forma de abastecimento alternativo de energia nos próximos anos. O sol, em todo o planeta, tem a capacidade de fornecer aproximadamente $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh de energia, sendo isso 10 mil vezes o consumo anual de energia atualmente, ou ainda, é necessário apenas uma hora para fornecer a quantidade demandada de energia para um ano (CRESESB/CEPEL, 2014).

Os sistemas fotovoltaicos são conhecidos como isolados, comumente chamados de “Off-grid”, e sistemas conectados à rede (SFCR), chamados “On-grid”, variando o uso conforme a aplicação. Estes sistemas são instalações feitas com a finalidade de disponibilizar energia elétrica através da transformação da energia proveniente do sol na forma de radiação.

Para o funcionamento de ambos os sistemas são necessários equipamentos eletrônicos que desempenham funções essenciais e específicos para cada resultado que se pretende obter. Em sistemas isolados de conexão a rede elétrica, o foco é proporcionar autonomia e mobilidade (ENEL SOLUÇÕES, 2016).

2.4.1 Componentes e elementos de um sistema fotovoltaico isolado

Na aplicação de um sistema de energia fotovoltaico isolado é indispensável a utilização de elementos em conjunto que proporcionam uma autonomia energética para o usuário, atuando no processo de armazenamento e distribuição da energia elétrica gerada. São módulos fotovoltaicos, controladores de carga, inversores e baterias que compõem o ciclo de geração solar para estes sistemas Off-grid.

2.4.1.1 Módulo fotovoltaico

Os módulos chamados popularmente por painéis solares são formados por um conjunto de células fotovoltaicas produzidas normalmente de silício e agrupadas em uma associação série e/ou paralelo, dependendo das tensões e/ou correntes que são determinadas em projeto. São os principais componentes de qualquer sistema fotovoltaico de geração de energia, sendo eles a base do sistema gerador.

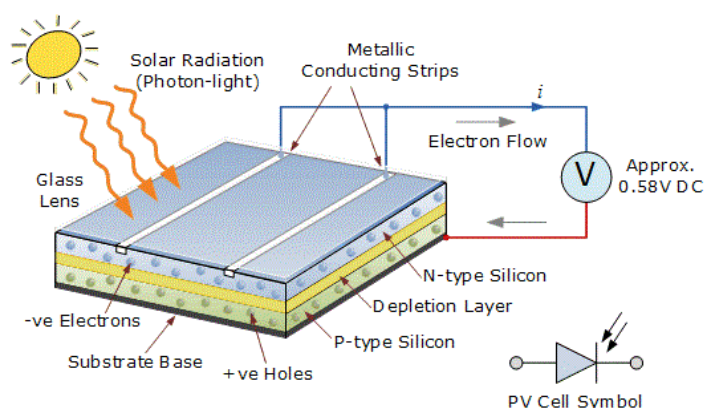
A quantidade de módulos conectados em série e/ou paralelo irá determinar os níveis de tensão e corrente de operação do sistema em corrente contínua (CC). A potência instalada é dada pela soma da potência nominal dos módulos individuais.

O conjunto dos módulos é chamado de gerador fotovoltaico e são responsáveis pelo processo de captação da irradiação solar e sua transformação em energia elétrica, compondo a primeira parte do sistema (PEREIRA & OLIVEIRA, 2011).

O efeito fotovoltaico ocorre nos semicondutores do módulo, normalmente com células produzidas de silício, utilizam do processo chamado de dopagem para misturar outros elementos químicos e modificar sua estrutura original. Estes

elementos formam a junção “pn” e assim, ao receberem fótons de luz, os elétrons da camada negativa migram para a camada positiva, criando uma diferença de potencial entre os extremos e gerando a corrente elétrica que chamamos de energia solar (CRESESB/CEPEL, 2006). A Figura 1 demonstra essa estrutura por dentro da célula.

Figura 1: Corte transversal de uma célula fotovoltaica



Fonte: CRESESB-Centro de Referência para Energia Solar e Eólica, Cepel.br.

2.4.1.2 Controladores de carga

Os controladores são dispositivos que fazem o papel de gerenciamento da carga e descarga das baterias do sistema, assegurando uma vida útil superior a elas por desligar a saída automaticamente quando estão com nível de carga baixo e flutuando ao estar totalmente carregada, mantendo-a dentro de condições ideais de funcionamento (MARINHO et al., 2016).

Os mais utilizados são do tipo sólido microprocessado, com relé de chaveamento das cargas. Para fazer essa regulação, em uma série de intervalos o controlador de descarga solicita a energia das baterias para que sua vida útil não seja comprometida em longos períodos de inatividade, mesmo nos casos em que a geração de energia é suficiente para atender o consumo.

2.4.1.3 Baterias ou acumuladores

Nos sistemas isolados, onde o consumo e a geração de energia podem não coincidir e ainda contar com possíveis períodos na ausência de sol, a

utilização de um sistema para o armazenamento de energia se faz indispensável para manter-se autônomo.

Nas instalações de energia solar a bateria de chumbo-ácido, o mesmo tipo utilizado na indústria automotiva, é um elemento comum para o armazenamento de curta duração, principalmente pela necessidade de a capacidade de armazenamento variar de 0,1 a 100 kWh. Estas baterias têm uma ótima relação custo-benefício e podem assegurar diversos níveis de corrente de carga com uma grande eficiência, além de proteção e segurança nas variações de temperatura (GREENPRO, 2004).

A sua construção é baseada em um recipiente contendo um eletrólito de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e duas placas imersas de diferentes polaridades, isoladas por separadores. Estas placas atuam como eletrodos e consistem, fundamentalmente, em grelhas de chumbo que têm a função de reter a matéria ativa e conduzir a corrente elétrica. A matéria ativa porosa e esponjosa é quem armazena a energia, por possuir área superficial suficiente para a reação eletroquímica. Com a bateria carregada a massa ativa que se mantém no eletrodo negativo é feita de chumbo (Pb) e no eletrodo positivo de dióxido de chumbo (PbO_2).

Com a formação de um circuito elétrico, os elétrons fluem do polo negativo para o polo positivo, provocando uma reação química entre as placas e o ácido sulfúrico. À medida que o sulfato do ácido se liga à matéria ativa, a formação do sulfato de chumbo é provocada nas superfícies das placas, consumindo o eletrólito quando a bateria se descarrega e reduzindo a concentração do ácido, tornando o eletrólito mais aquoso. Esta mudança pode ser medida com um densímetro, que também permite verificar o estado de carga da bateria (TIMÓTEO, 2011).

Dependendo da necessidade na instalação, a ligação em série ou em paralelo de um conjunto de baterias pode estabelecer diferentes níveis de tensão e capacidade de armazenamento.

Como as baterias de ácido de chumbo podem ser divididas de acordo com a tecnologia da placa e o tipo de eletrólito que utilizam, normalmente são utilizadas nas instalações solares as baterias úmidas de eletrólito fluido ou

baterias solares, baterias de gel, baterias estacionárias de placa tubular e baterias de bloco (CARNEIRO et al., 2017).

2.4.1.4 Inversor de tensão

Os inversores de tensão ou corrente surgiram para uma demanda crescente na utilização de equipamentos domésticos em carros, barcos, acampamentos e áreas sem disponibilidade de rede elétrica. A sua principal função consiste em converter o sinal elétrico contínuo proveniente de baterias, por exemplo, num sinal elétrico alternado, ajustado para o mesmo nível de tensão e frequência provenientes da rede elétrica de uma residência. (PINHO & GALDINO, 2014).

De acordo com a qualidade e a eficiência, os inversores podem ser divididos em duas grandes categorias: saída senoidal pura e saída com onda modificada (MESSENGER & VENTRE, 2010). Estas duas categorias possuem aspectos e valores distintos e precisam ser avaliadas de acordo com a necessidade no projeto.

O inversor de onda pura produz em sua saída uma senoide perfeita, tal como a energia fornecida pela rede elétrica, garantindo o correto funcionamento de equipamentos ligados a ele, como eletrodomésticos, eletrônicos, ferramentas e motores. Estes equipamentos são projetados para serem alimentados com este tipo de onda, sendo assim, esta categoria de inversores garante a máxima eficiência, sem danificá-los.

Já os inversores com onda modificada entregam na saída uma forma de onda semelhante a uma senoide. Equipamentos como motores, geladeiras, bombas e compressores acabam por não funcionar em sua potência máxima e ainda podem elevar o consumo de energia em até 20% devido a menor eficiência do dispositivo. Televisão e rádio, por exemplo, podem apresentar ruídos indesejados e, ar-condicionado e máquina de lavar mais modernos, principalmente com tecnologia inverter, podem simplesmente não funcionar.

Outro aspecto importante a considerar é a eficiência, ou seja, a relação entre a potência de saída e a potência de entrada do sistema. Comercialmente, os inversores disponíveis no mercado atualmente já conseguem chegar a

eficiências superiores a 95%. Importante lembrar que os fabricantes normalmente anunciam a eficiência dos inversores na carga nominal, mas nem sempre destacam o fato de que sob cargas parciais seus dispositivos apresentam eficiências menores (PINHO & GALDINO, 2014).

2.5 CONVERSOR AUTOMÁTICO

Os conversores automáticos amplamente utilizados em veículos de recreação são destinados a auxiliar na demanda de energia elétrica requerida pela residência. Em sua grande maioria, possuem três funções básicas e necessitam estar conectados a uma rede elétrica para o seu funcionamento.

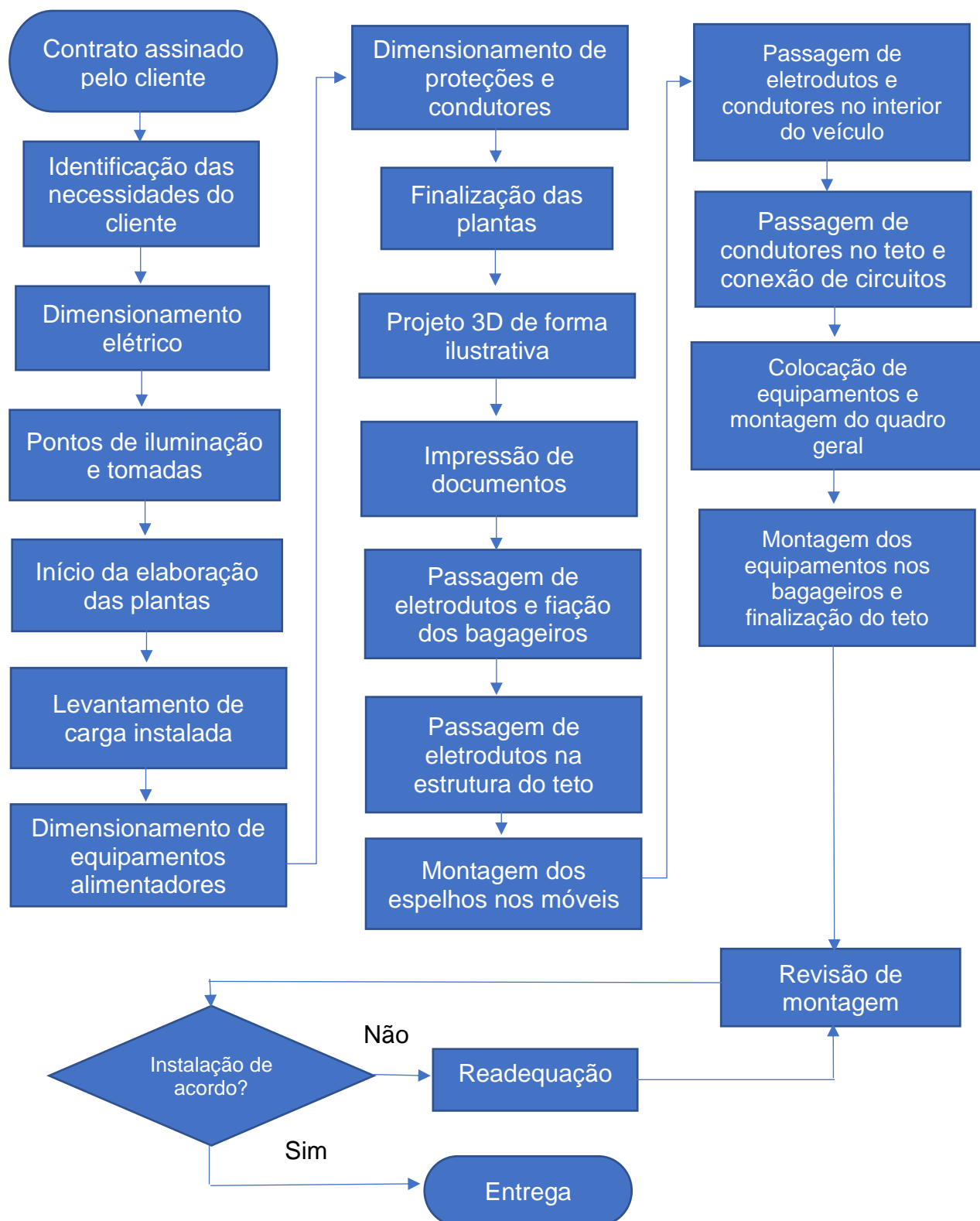
- a) Estabilizar e ajustar a tensão de saída automática ou manualmente, ou ainda converter a tensão de 110V para 220V e vice-versa. Muitas vezes, campings e locais de parada destes veículos, por possuírem grande procura ou baixa infraestrutura, acabam por entregar níveis de tensão inadequados em sua rede elétrica, sendo ainda mais importante o uso desta função.
- b) Converter a tensão de entrada para um sinal contínuo 12V para alimentação de circuitos de iluminação, equipamentos eletrônicos, bombas d'água, entre outros.
- c) O mesmo sinal contínuo convertido é utilizado para a carga automática de baterias conectadas ao sistema.

Ou seja, o conversor automático é composto por um estágio com autotransformador automático com regulador de tensão e outro estágio de conversão de corrente alternada para corrente contínua. Amplamente utilizado e fabricado para o uso em veículos de recreação e veículos náuticos, os quais são comumente conectados a um ponto de energia externa quando estacionados em locais apropriados para o descanso e lazer.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado o procedimento para elaboração de um projeto e plano de execução para montagem elétrica de um veículo recreativo na empresa em questão. O protocolo para planejamento e execução das etapas pode ser visto na figura 2 com fluxograma e será descrito posteriormente.

Figura 2 - Fluxograma de execução para projeto elétrico do motorhome



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Este plano para execução teve a proposta de otimizar o tempo na execução de projeto e montagem de todos os veículos da linha de produção.

3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

A linha de montagem da empresa conta com seis modelos de veículos recreativos, contando com uma planta base de montagem e itens de série que neles são instalados. Porém, a personalização e adequação de acordo com as necessidades de cada cliente é uma marca registrada da empresa, contando com uma equipe de profissionais destinados ao setor de projetos.

Na escolha do veículo e apresentação da proposta, o cliente recebe em seu contrato uma planta base do veículo de seu interesse e uma tabela de equipamentos opcionais, na qual deve sinalizar quais são de seu interesse. É de suma importância que as necessidades do cliente sejam entendidas e, da melhor forma, sejam exploradas e atendidas. Sendo assim, a equipe de projetos elabora a melhor disposição de cômodos e equipamentos a partir da planta básica do modelo de veículo e dos opcionais escolhidos por ele.

Após esta configuração aprovada, para o projeto elétrico, o primeiro passo a seguir é o dimensional físico e levantamento de dados da instalação, como tensão de operação, potência, consumo, entre outros.

No próximo item será abordado o dimensionamento elétrico realizado para o projeto dos veículos.

3.2 DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

Para o dimensionamento elétrico do motorhome foi seguida uma sequência de passos elaborada a fim de tornar este processo padrão, em que, mesmo havendo a personalização de alguns itens, o projeto possa seguir um fluxo semelhante. Dessa forma, o processo de criação dos projetos e execução de montagem pelos colaboradores poderá ser mais eficiente, bem como, a manutenção de qualquer veículo posteriormente será de forma mais ágil e assertiva.

Além disso, como a norma NBR 5410:2004 indica, é de extrema importância o dimensionamento elétrico correto da residência, incluindo as sobre

rodas, para garantir o funcionamento adequado da instalação, conservação dos bens e segurança de todas as pessoas que a ocupam e a usufruem.

3.2.1 Distribuição de pontos de iluminação, tomadas e equipamentos

Os motorhomes fabricados pela empresa, por padrão, contam com toda iluminação em LED com tensão de operação em 12 V. Sendo assim, o primeiro passo para elaboração foi a distribuição dos pontos de iluminação direta e indireta. Neste quesito adotou-se a norma NBR 5410:2004 como referência, adequando a potência mínima de 100 W exigida pela norma para cada ponto. Sendo assim, foi adotado em cada cômodo pelo menos um ponto de luz no teto como iluminação principal, uma vez que, em nenhum modelo há áreas superiores a 6m² cada, e como iluminação indireta foram distribuídos pontos de iluminação no teto e abaixo de armários aéreos, sendo pontos focais ou mesmo para fitas e mangueiras de LED. Além disso, dentro de todos os armários e bagageiros foram previstas barras de LED como iluminação auxiliar.

Junto dos pontos de iluminação e seus interruptores, fez-se a distribuição dos pontos de tomadas de uso geral e especial. Para este quesito, levou-se em consideração as exigências mínimas indicadas pela norma no item 9.5.2. Sendo assim, possuirá pontos de tomada de uso geral espalhadas pela residência e bagageiros, bem como, tomadas de uso especial para a cozinha, lavabo e bagageiros.

Através de um software para projetos 3D realizou-se esta etapa, integrando os pontos iluminação, interruptores e tomadas. A partir disso já foi possível realizar o posicionamento dos eletrodomésticos e equipamentos eletrônicos a serem instalados.

3.2.2 Adequação dos equipamentos alimentadores

A potência dos equipamentos de alimentação dos circuitos dá se por dois fatores principais, sendo potência total instalada e potência disponível para esta alimentação, seja da rede elétrica ou de algum gerador a ser instalado.

Todos estes equipamentos de alimentação (exceto o setor fotovoltaico) localizam-se nos bagageiros do veículo, sendo dimensionados para a correta instalação de acordo com as recomendações dos fabricantes.

Como pode-se observar, um único veículo pode contar com diferentes formas de alimentação dos circuitos e, por isso, o projeto precisou levar em consideração todas as fontes de energia com forma de seletividade, podendo o cliente usufruir de sua comodidade de forma tranquila e segura.

Inicialmente foi dimensionado o inversor de acordo com a tensão do banco de baterias, tensão de saída e potência desejada, o qual é responsável por manter as cargas ininterruptas, as quais ficarão energizadas sempre para manter o conforto necessário ao cliente. Desta forma, considerou-se cargas como refrigerador, televisão e algumas tomadas do veículo como indispensáveis.

Para a carga das baterias fez-se necessário o dimensionamento de uma fonte carregadora e do auxílio do sistema fotovoltaico, sendo que, o espaço físico disponível no teto do veículo é determinante para a quantidade de módulos fotovoltaicos e, a partir disso, determinou-se a potência total instalada e fez-se o dimensionamento dos controladores de carga necessários. E não mencionado anteriormente, mas também como forma de auxiliar na carga, o veículo é equipado com um sistema de seletividade para interligação das baterias da casa com as baterias do carro no pós-ignição, a fim de utilizar a potência disponível do alternador.

Por último, fez-se necessário o dimensionamento do Conversor Automático, o qual é responsável pela alimentação dos circuitos e equipamentos com a rede elétrica externa ou rede proveniente de um gerador. De acordo com a disponibilidade de potência nas tomadas do padrão brasileiro e a disponibilidade de potência do gerador a ser instalado, a potência deste conversor ficam dentre as opções do fabricante homologado, sendo 4 kVA ou 6 kVA. No quadro 1 abaixo podem ser vistas as informações de potência, tensão e corrente dos equipamentos gerais e circuitos de alimentação do veículo.

Quadro 1 – Dados de ramais e equipamentos

CIRCUITOS DE ENTRADA	POTÊNCIA [W]	TENSÃO [V]	Ib [A]
ENTRADA DE ENERGIA	4400	220	20
GERADOR DE ENERGIA	3500	220	15,91
SAÍDA CONVERSOR 110V	3200	110	29,1
SAÍDA CONVERSOR 220V	3200	220	14,5
ENTRADA INVERSOR	2500	24	104,2
SAÍDA INVERSOR 220V	2500	220	11,4
SAÍDA PARA REDE CC SUPERIOR	480	24	20,0
SAÍDA PARA REDE CC MOTORES	480	24	20,0
PAINEL SOLAR 450W	450	41,8	21,5
CONTROLADOR MPPT 40A	900	24	37,5
FONTE CARREGADORA INTELIGENTE 24V	1680	24	70,0

CARGAS			
REDE CONVERSOR 110V	3200	110	29,1
A/C 15.000btus	1800	110	16,4
REDE CONVERSOR 220V	3200	220	14,5
REDE INVERSOR 220V	2500	220	11,4
A/C 12.000btus	1600	220	7,3
MICROONDAS 20L	1500	220	6,8
LAVA+SECA ROUPAS 3KG	1800	220	8,2
REFRIGERADOR 310L	550	220	2,5
A/C 8.875btus	900	24	37,5
SAPATA HIDRÁULICA	3600	24	150,0
REDE 12V APÓS CONVERSOR DC	150	12	12,5
CLIMATIZADOR	90	12	7,5
CLARABÓIA	18	12	1,5
KIT WIFI/ANTENAS	10	12	0,8
ILUMINAÇÃO 12V - MÁX	100	12	8,3
MÓDULO DE AUTOMAÇÃO	480	12	40,0
GUINCHO ELÉTRICO	180	12	15,0
AQUECEDOR DE AMBIENTE	165	12	13,8
BOMBAS D'ÁGUA	90	12	7,5

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Além dos equipamentos de alimentação, nesta etapa foram dimensionados conversores de corrente contínua necessários em dois modelos

de motorhome da linha, os quais, são destinados a converter a tensão 24 V que o seu sistema possui, para a tensão 12 V, que serviram para alimentação de toda iluminação, módulos de automação e controle, bombas d'água, claraboias e demais equipamentos. Esta conversão é necessária, uma vez que é grande a dificuldade de encontrar equipamentos operando nesta faixa de tensão (24 V) e por isso, optou-se por manter os modelos de equipamentos utilizados em veículo menores.

3.2.3 Dimensionamento dos circuitos, componentes e proteções

Com o levantamento das potências instaladas e com o auxílio da tabela padrão elaborada no Microsoft Excel, fez-se o dimensionamento da intensidade de corrente que será necessária em cada nível de tensão levando em consideração a extensão máxima de cada circuito aplicado, calculando tal corrente a partir da equação 3. A partir disso determinou-se a seção do cabo a ser utilizada e verificou-se a queda de tensão daquele circuito, conforme equação 4, o qual deve estar abaixo de 5%, conforme cita a NBR 5410:2004 no item 6.2.7.2. Caso contrário, adota-se a próxima seção de condutor disponível. Nesta etapa também foram dimensionados os disjuntores de proteção e seccionamento para cada circuito de acordo com a mesma norma.

Para passagem destes condutores, deve ser utilizado, conforme o item 6.2.11.1.2 da norma, eletrodutos não-propagantes de chamas devidamente dimensionados quanto a capacidade de ocupação.

A tabela indicada no Apêndice A apresenta os dados gerais levantados e calculados de diversos itens, conforme citado acima. Informações de potência, tensão, corrente nominal e corrente de circuito, tamanho máximo do circuito, disjuntores e capacidade de condução de corrente dos condutores podem ser vistos.

Visando a praticidade do cliente no acesso aos disjuntores, por padrão, as proteções são disponibilizadas em um quadro de distribuição localizado sempre na parte superior da planta, logo acima da porta de entrada onde tem-se um móvel especificamente para eles e para o painel de automação que é

instalado, o qual controla diversos equipamentos, nível de tensão da bateria, níveis de tanque de água, acionamento de bombas, entre outros.

Após a adequação destes itens, estas informações foram retratadas através do projeto 3D anteriormente mencionado e, informações técnicas, foram agrupadas para a realização de um diagrama unifilar. Sendo assim, fazem parte do documento que foi entregue à equipe de instalação e demonstram de forma técnica os parâmetros desejados para a elaboração na montagem do motorhome. Devido ao grande número de circuitos de acionamento para equipamentos, sensores e rede elétrica, foi elaborado um quadro de legendas para circuitos padrões a todos os veículos que demonstra a seção do condutor, finalidade e padrão de cor.

3.2.4 Padronização de cores

Levando em consideração a quantidade de circuitos e níveis de tensão disponíveis na instalação do motorhome, visando uma instalação mais organizada e, posteriormente, uma possível manutenção mais ágil e assertiva, a empresa já dispõe de um documento anteriormente idealizado e atualmente revisado com a padronização de cores para os condutores em geral, conforme Apêndice B.

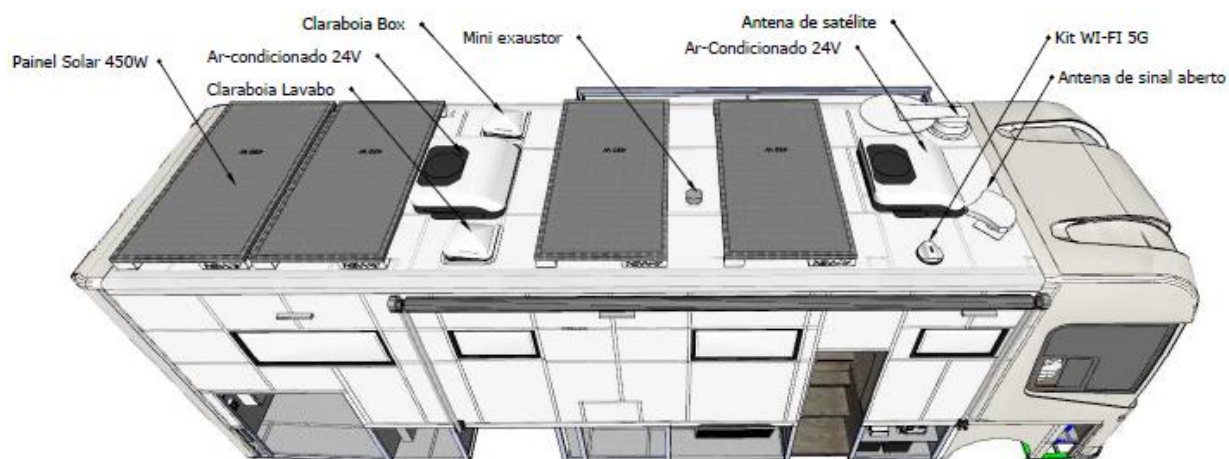
Além desta padronização para as redes principais, desenvolveu-se uma sequência de cores para fiação de equipamentos comuns a todos os carros, deixando a instalação organizada e, com o passar do tempo, mais rápida. Facilitará também a manutenção futura nos veículos, uma vez que, cada produto terá seu padrão de rede de alimentação e comunicação sempre igual.

3.3 PROJETO ILUSTRATIVO

De forma que a equipe de instalação elétrica possa ter uma visualização mais ilustrativa da localização de equipamentos, eletrodomésticos, pontos de iluminação e de tomadas, e, aproveitando o projeto 3D elaborado no Software SketchUp, cada projeto que passa pela linha de montagem é acompanhado de um documento com imagens impressas de todos os cômodos, bagageiros e área externa, apontando medidas para fixação e furações de todos os componentes.

Sendo assim, traz uma perspectiva mais visual do projeto e, conseqüentemente, uma compreensão da instalação tornando mais rápida e fácil para o processo de montagem.

Figura 3 – Exemplo de Layout com detalhes de montagem



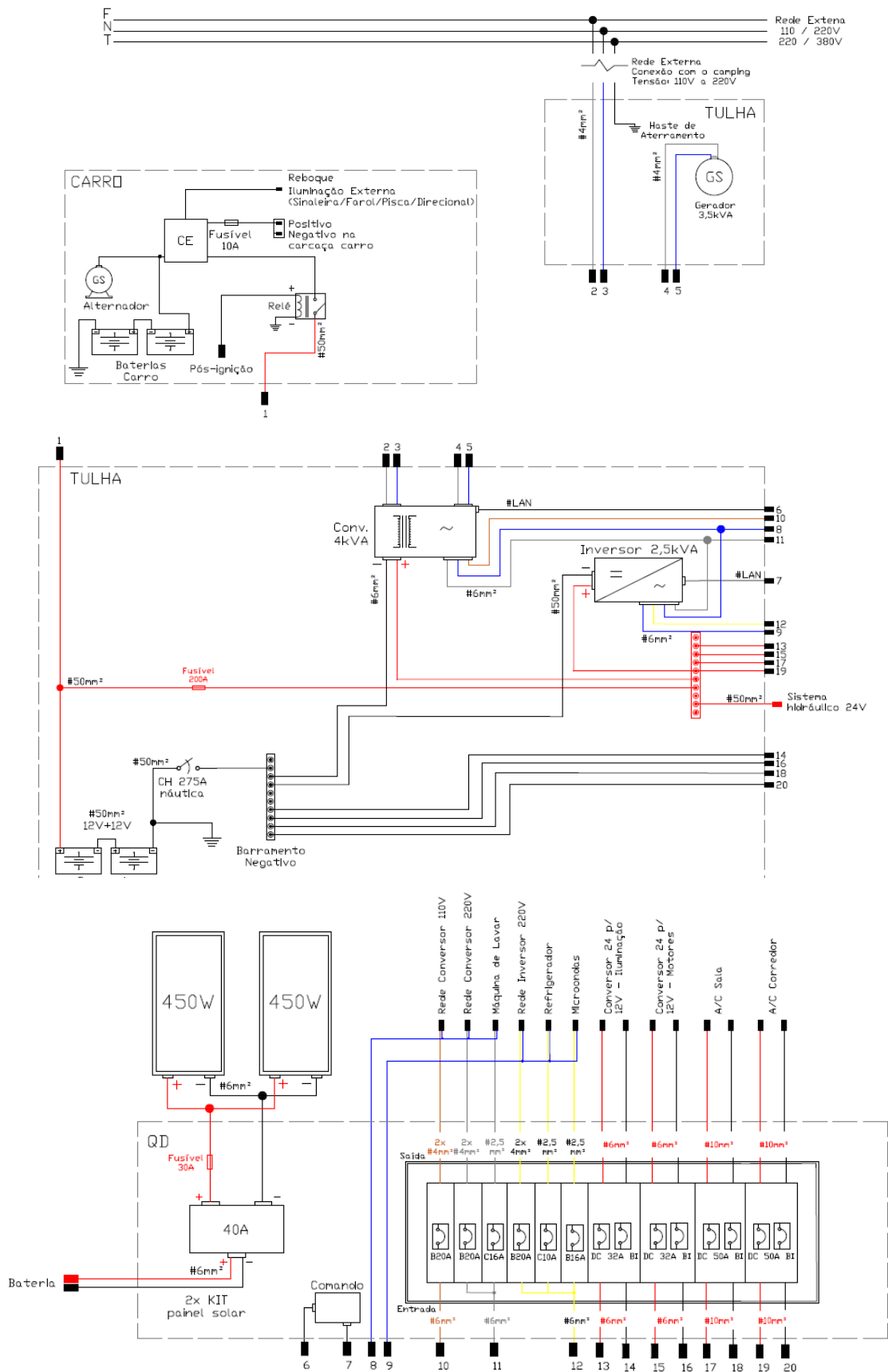
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A figura 3 demonstra um pouco do que desenvolvido no detalhamento impresso a equipe de eletricitas para a execução de montagem.

3.4 DIAGRAMA UNIFILAR

Após realizado o levantamento de equipamentos e o dimensionamento elétrico, a fim de disponibilizar um documento com as informações técnicas calculadas, foi elaborado através do software AutoCAD 2D um diagrama unifilar, representando graficamente todas as instalações referentes a residência do veículo, como pode ser visto no exemplo da figura 4.

Figura 4 – Exemplo de diagrama unifilar



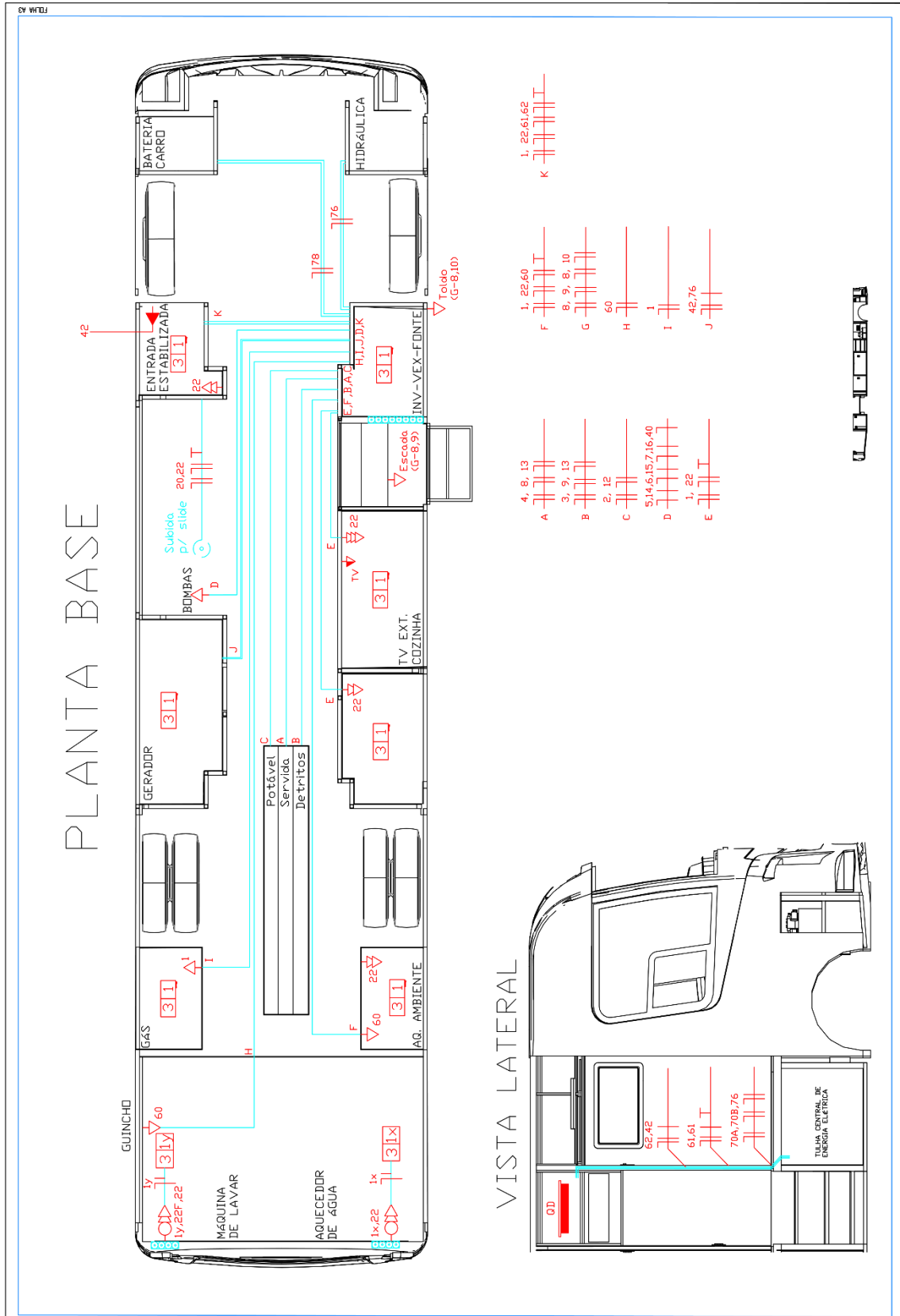
Fonte: elaborada pelo autor (2022).

O diagrama unifilar acima mostra a conexão dos circuitos, disjuntores e equipamentos, trazendo junto a informação de cor e seção dos condutores a serem utilizados.

3.5 PLANTA BAIXA 2D

A planta baixa, ou diagrama multifilar, tem a função de representar os componentes da instalação bem como os condutores em sua posição correta e o eletroduto pelo qual estes condutores percorrerão. Sendo assim, em uma tentativa de representar estes dados na planta baixa em 2D, um documento com três camadas (linha de bagageiros, parte interna e teto) e legenda foi desenvolvido para disponibilizar para a equipe de instalação na produção, como mostra o exemplo da figura 5.

Figura 5 – Planta baixa da base do motorhome



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Neste documento constam todos as informações pertinentes, como pontos de tomadas, interruptores e iluminação, detalhe de altura, circuitos com seção dos condutores e demais informações técnicas.

3.6 DIRETRIZES DE MONTAGEM

Após a elaboração do dimensionamento elétrico do veículo, uma pasta com o projeto foi disponibilizada aos colaboradores da equipe elétrica para a montagem. Estes documentos são compostos por diagrama unifilar, planta baixa, observação de conexões, disposição dos disjuntores para os quadros de distribuição, imagens ilustrativas do projeto 3D e uma lista com os principais componentes necessários para a totalidade da instalação.

A seguir, será apresentada a proposta para a sequência de execução da montagem na linha de produção.

3.6.1 Primeira etapa - bagageiros

Após a montagem da estrutura base da residência em cima do chassi do veículo e revestimento dos bagageiros já finalizados, a equipe de eletricitas foi instruída a realizar a passagem de eletrodutos entre bagageiros conforme projeto, inclusive os necessários para estrutura elétrica de sinalização do veículo. Nesta etapa realizou-se a passagem de toda estrutura de condutores necessários para cada componente eletrônico e eletrodomésticos previamente projetados. A colocação de tais componentes é realizada apenas na parte final da montagem, evitando quaisquer avarias.

Na passagem dos condutores pelos eletrodutos utiliza-se o guia de cabos e deixa-se em cada ponta uma sobra de 1,00 m identificada para facilitar as conexões futuras.

3.6.2 Segunda etapa - estrutura do teto

Após finalizada a montagem da estrutura de alumínio do teto do veículo, a equipe elétrica realizou a colocação das caixas de inspeção, nos locais previamente projetados, interligando-as com eletrodutos. Essas caixas de

passagem são colocadas em pontos estratégicos de fácil acesso, onde serão dadas as derivações de circuitos, facilitando também para possíveis manutenções e passagem de novos condutores, caso necessário. Também foram fixados os eletrodutos destinados aos equipamentos de teto, como claraboias, ar-condicionado, climatizador, entre outros.

A passagem dos condutores que são dispostos no teto do veículo se dará apenas na etapa seguinte.

3.6.3 Terceira etapa - móveis e interior

Na terceira etapa realizou-se a colocação das luminárias indiretas, iluminação interna dos armários e possíveis interruptores e tomadas que serão fixados em móveis, à medida que a equipe de marcenaria foi finalizando a sua etapa de corte e montagem.

Em seguida, com os móveis colocados e fixados dentro do veículo a equipe de elétrica pôde realizar a passagem de eletrodutos e condutores, bem como a colocação das tomadas, interruptores e quadro geral.

Finalizando esta etapa, a colocação do teto do veículo é realizada por outra equipe e a passagem de condutores foi executada em sua totalidade pelos eletricitistas.

3.6.4 Quarta etapa - finalização

Na última etapa de montagem, após a estrutura ser finalizada e a pintura do veículo realizada, os equipamentos destinados aos bagageiros (inversor, conversor, fontes, bombas d'água, gerador etc.) e ao teto (claraboia, climatizador, ar-condicionado, painéis fotovoltaicos etc.) puderam ser conectados e fixados. Todos os equipamentos foram instalados conforme os manuais disponibilizados pelos fabricantes para seu funcionamento correto e para evitar uma possível perda de garantia.

Após toda a montagem do veículo realizada, é necessária a inspeção de funcionamento e revisão de conexões dos componentes elétricos instalados pela equipe, sendo assim, evitando quaisquer divergências em relação ao projeto e evitando a insatisfação do cliente caso algo deixe de operar.

3.7 QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS

Após concluídas as etapas de projeto e de montagem do veículo, para a coleta de dados, foi desenvolvido um questionário a fim de avaliar de forma qualitativa com perguntas pertinentes aos colaboradores do setor elétrico da produção (4), ao gerente de produção (1), ao pós-vendas (1) e ao gestor da empresa (1), totalizando sete funcionários, os quais lidam diretamente com o setor do trabalho de conclusão. Sendo assim, o intuito deste questionário foi identificar se houve melhora ou piora no entendimento do projeto, na agilidade e na qualidade do serviço executado.

O questionário aplicado conta com identificação quanto ao cargo na empresa, formação e experiência na área, questões de âmbito geral quanto a percepção de melhora ou piora dos serviços executados, questões específicas aos eletricitistas quanto ao projeto apresentado para montagem e, para finalizar, uma questão dissertativa para opinar sobre os padrões adotados pelo trabalho. Este documento pode ser visto no Apêndice C e suas respostas serão tratadas no próximo capítulo, contemplado pela análise de resultados.

4 ESTUDO DE CASO

Este tópico apresentará abaixo os dados coletados referentes ao primeiro veículo que utilizou-se da aplicação da metodologia de projeto e execução de montagem elaborados neste trabalho. Sendo assim, após a contratação da montagem do modelo sobre a plataforma de um chassi Volkswagen 9.160 ODS, a etapa de projeto pôde ser realizada conforme foi elaborada.

4.1 ETAPA DE PROJETO

A partir do contrato assinado pelo cliente, as necessidades de projeto e os equipamentos escolhidos puderam ser elencados e anotados, como mostra a quadro 2 abaixo.

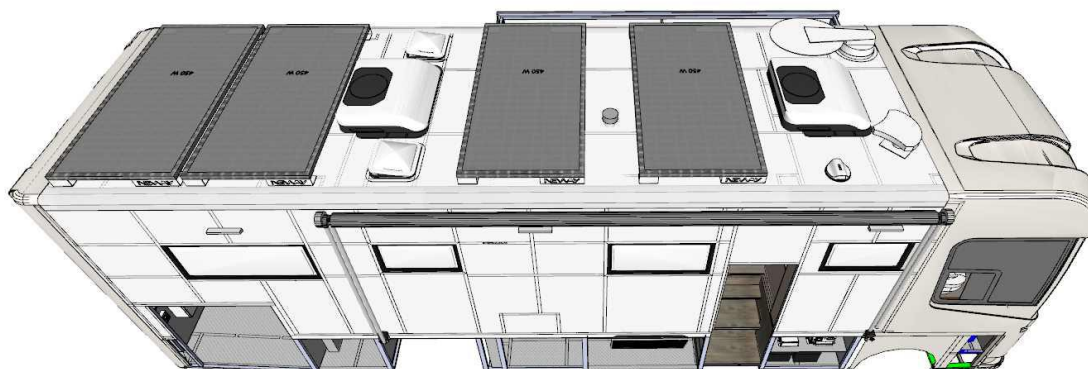
Quadro 2 – Equipamentos e necessidades

MODELO - PROJETO - ELÉTRICA - 220V				
EQUIPAMENTOS	TENSÃO	REFERÊNCIA	QTD	LOCAL DE INST.
Antena de sinal aberto	-	MARCA	1	Teto - Sala
Aquecedor de passagem 17L	bivolt	MARCA	1	Garagem
Ar-Condicionado Breeze 2.6 24V	24	MARCA	1	Teto - Sala, quarto
Bateria 12V 220Ah - 12MC220	12	MARCA	2	Tulha
Clarabóia 360x360	12	MARCA	2	Teto - Lavabo e box
Conversor 4kVA BAT24 GER220	-	MARCA	1	Tulha
Forno à gás 50L	220	MARCA	1	Cozinha
Forno elétrico 25L	220	MARCA	1	Cozinha externa
Inversor 24V/220V/2,5kVA	-	MARCA	1	Tulha
Kit água mineral - bomba 1GPM	-	MARCA	1	Tulha
Kit antena WI-FI 5G	12	MARCA	1	Teto sala
Máquina de lavar 3kg	220	MARCA	1	Garagem
Microondas 20L	220	MARCA	1	Cozinha
Refrigerador 310L	220	MARCA	1	Cozinha
Secador de toalhas	220	MARCA	1	Lavabo
Toldo elétrico 5,0m	12	MARCA	1	Externo passageiro
TV Smart 32'	bivolt	MARCA	2	Tulha e quarto
TV Smart 43'	bivolt	MARCA	1	Sala
Painel solar 450W	-	MARCA	4	Teto
Controlador MPPT 40A	24	MARCA	2	Quadro geral

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

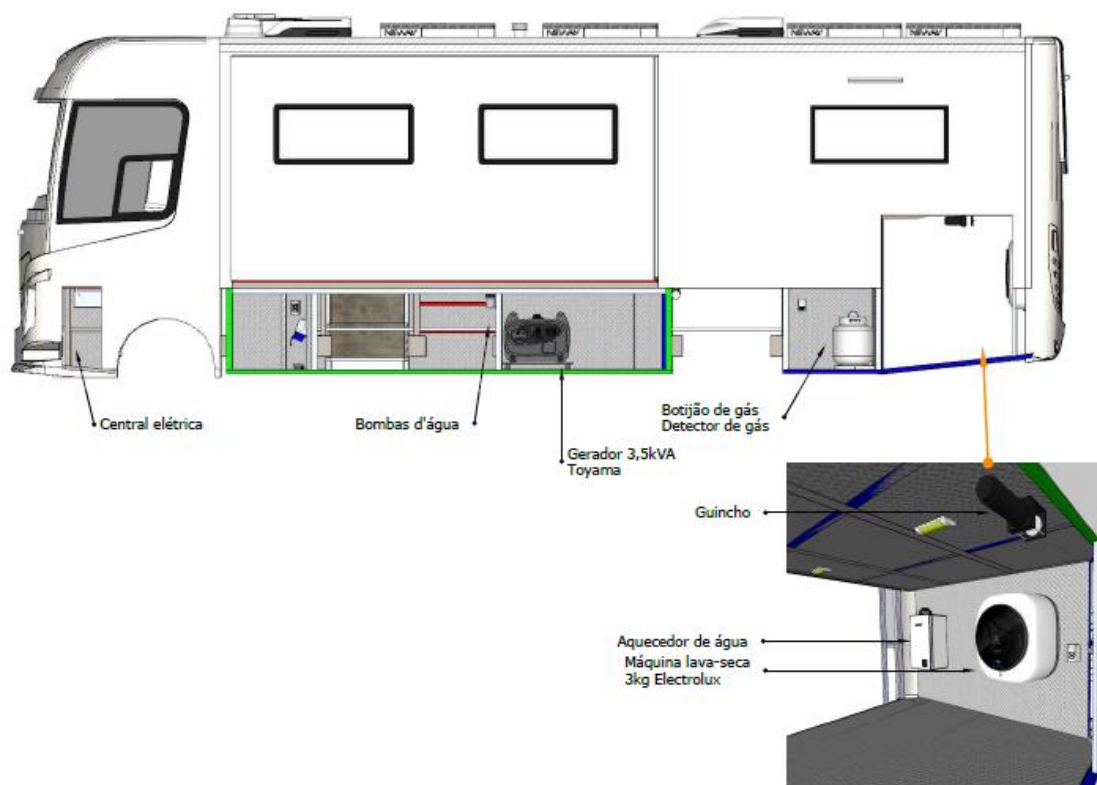
A partir deste quadro e da tabela padrão de dimensionamento de condutores criada, demonstrada pelo Apêndice A, a etapa de montagem do projeto 3D através do software SketchUp pôde ser realizada (figura 6), bem como a elaboração do detalhamento de montagem através da plataforma Layout, como demonstram as figuras 7 e 8, exemplo de parte do projeto.

Figura 6 – Projeto 3D



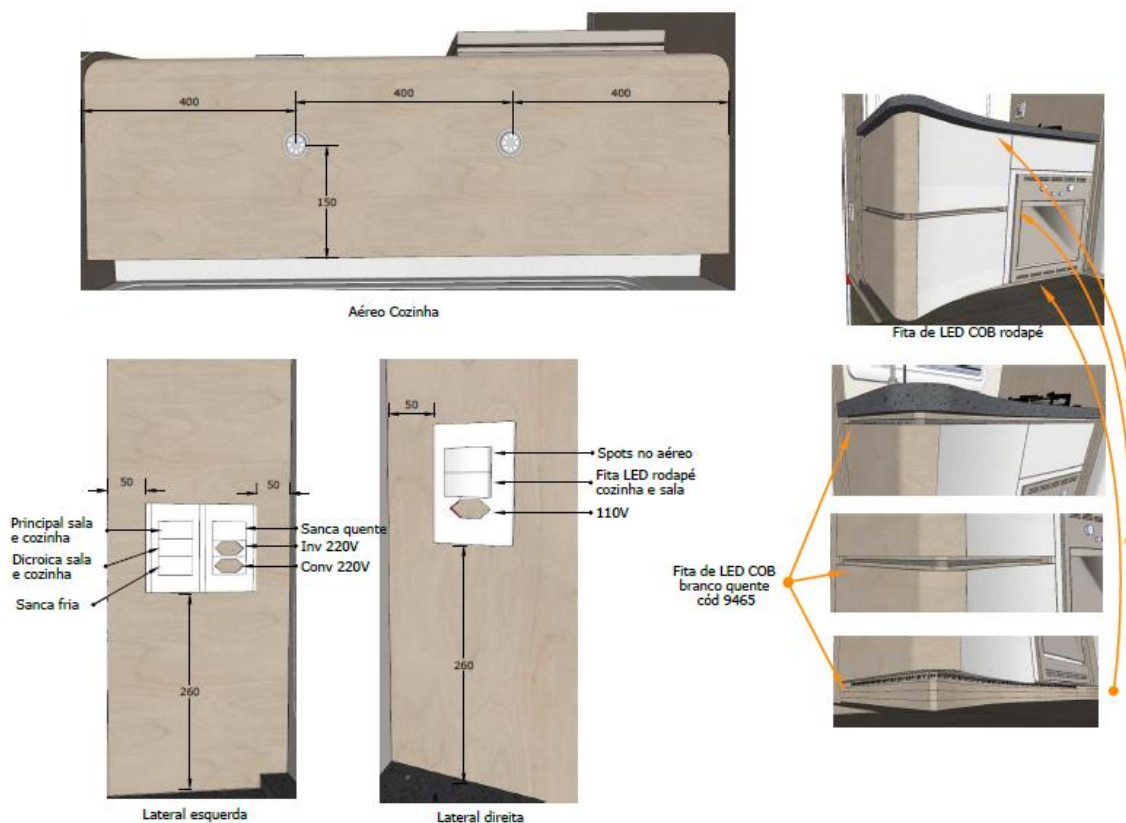
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Figura 7 – Detalhes de projeto 3D externo



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Figura 8 – Detalhes de projeto 3D interno

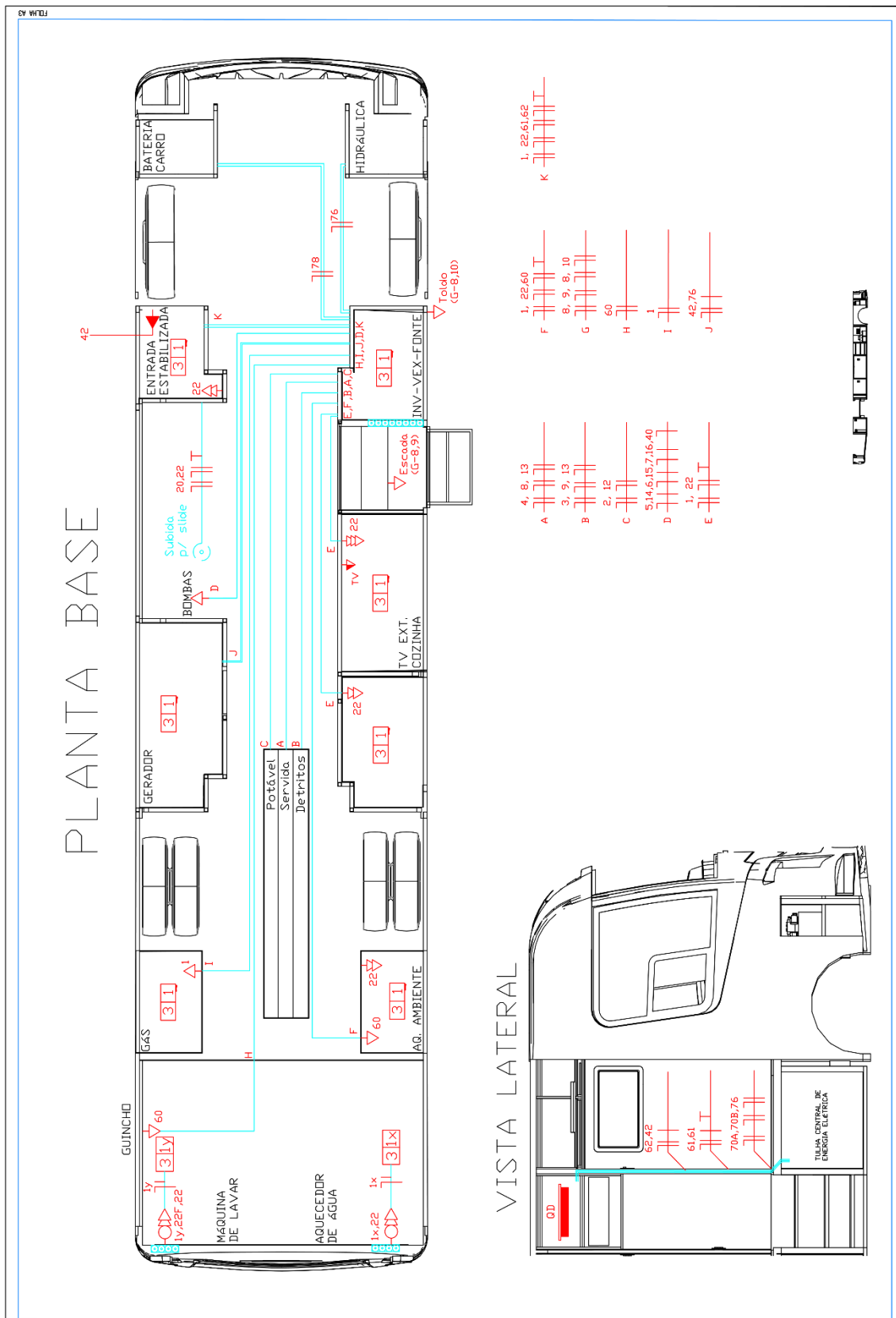


Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Mais detalhes referentes ao detalhamento de projeto (Layout) serão mostrados na etapa de montagem da produção, a fim de comparar o documento elaborado com o serviço executado.

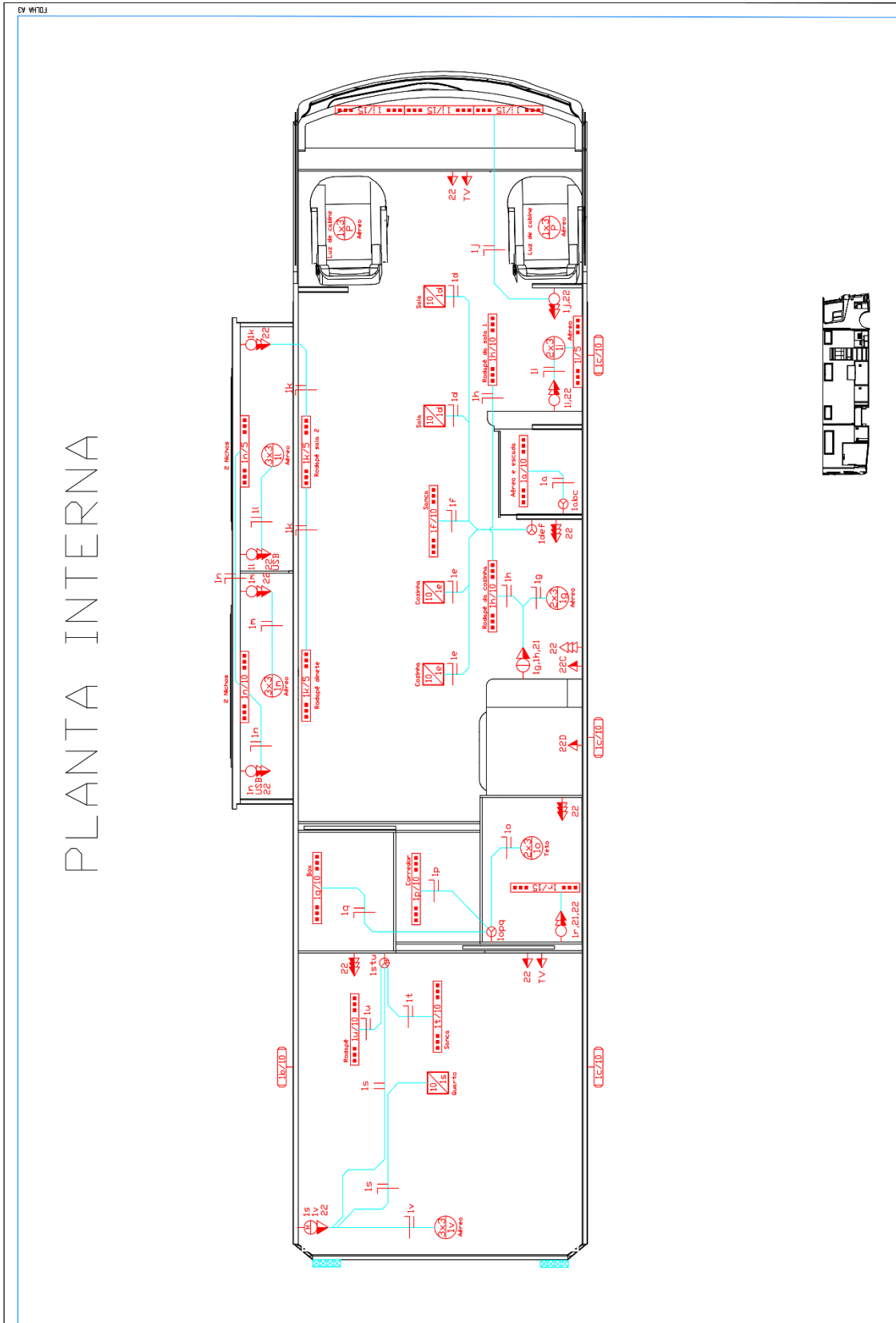
Em seguida, ainda com o auxílio das tabelas e já com a disposição de todos os componentes eletroeletrônicos, a etapa de projeto das plantas baixas e diagrama unifilar pôde ser realizada. As figuras abaixo demonstram a camada dos bagageiros (9), parte interna do veículo (10), equipamentos de teto (11) e legenda dos circuitos (12).

Figura 9 – Planta baixa dos bagageiros do motorhome



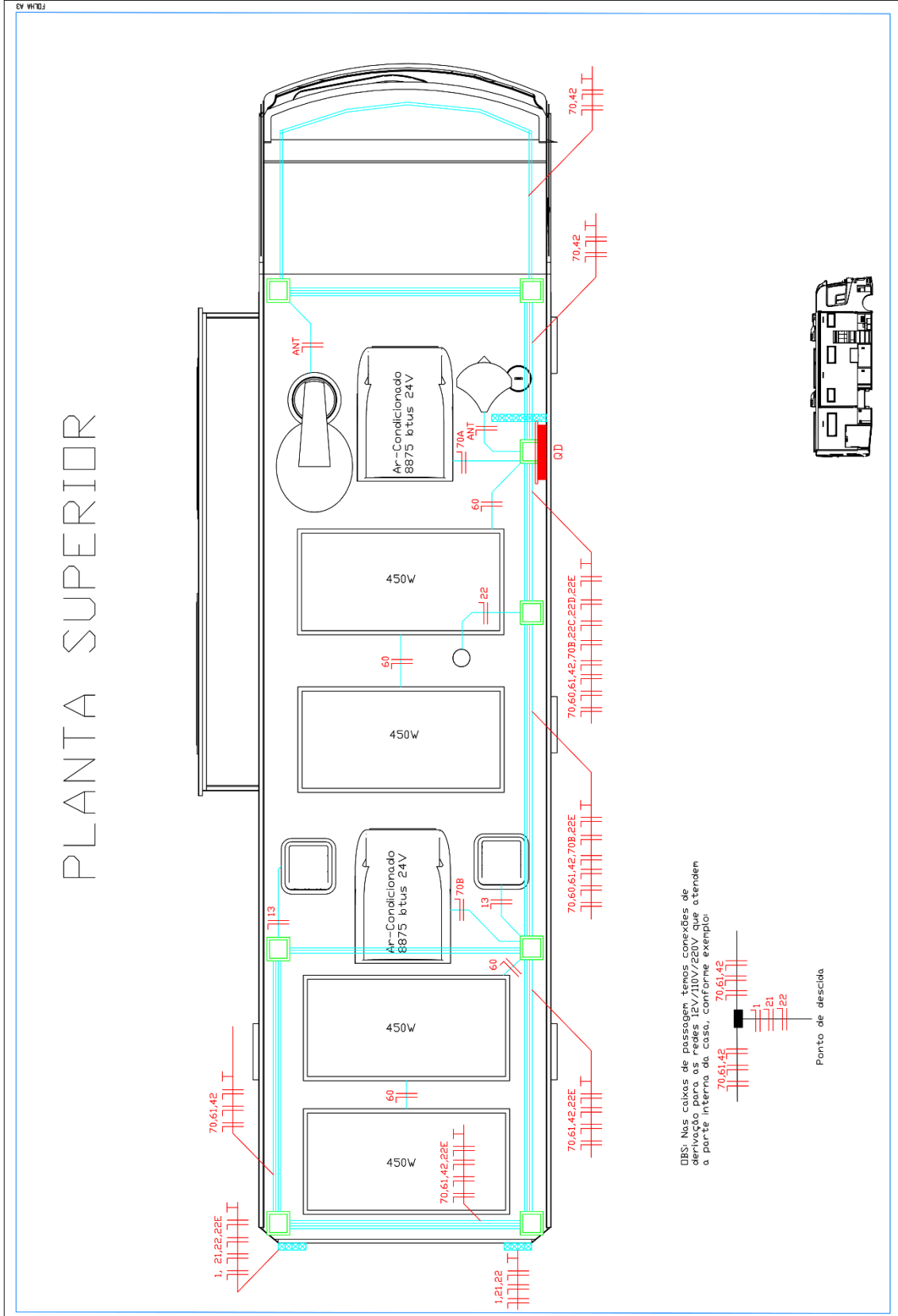
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Figura 10 – Planta baixa da parte interna do motorhome



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Figura 11 – Planta baixa do teto do motorhome



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Figura 12 – Legendas utilizadas

LEGENDAS

Descrição	Representação Gráfica
Ponto de luz LED 12V Spot	
Ponto de luz LED 12V arandela	
Ponto de luz LED 12V fita e mangueira	
Ponto de luz LED 12V com acionamento	
Ponto de luz LED 12V externa	
Ponto de luz LED 12V Paflon	
Interruptor simples	
Interruptor paralelo (hotel)	
Interruptor triplo com dois paralelos	
Tomada alta	
Tomada baixa	
Tomada especial	
Espera alta de antena externa de TV/TV a cabo	
Centro de Distribuição	
Neutro, Fase, Retorno e Terra	

LEGENDA			
REF.	CABO (mm²)	DESCRIÇÃO	CORES
1	1,00	Iluminação/ Retorno (letras)	Vermelho
			Preto
Lilás			
2		Nível Potável	Laranja
			Marrom
3		Nível Detritos	Vermelho
			Marrom
4		Nível Servida	Verde
			Marrom
5		Bomba Quente	Vermelho
6		Bomba Frio	Cinza
7	Bomba Mineral	Verde	
8	Fim de Curso	Cinza	
		Marrom	
9	Escada	Vermelho	
		Preto	
10	Toldo	Vermelho	
		Preto	
11	Cabo CAN	Laranja	
		Lilás	
12	1,50	Solenóide Entr. Água	Amarelo
			Preto
13		Válvula/Rede CC	Vermelho
	Preto		

OBS: Rede AC com aterramento seguindo mesma seção de cabo.

LEGENDA			
REF.	CABO (mm²)	DESCRIÇÃO	CORES
14	2,50	Bomba Quente	Vermelho
15		Bomba Frio	Cinza
16		Bomba Mineral	Verde
20		Rede CC	Vermelho
21		Rede AC 110V	Preto
			Marrom
22	Rede AC 220V	Cinza	
		Azul	
40	4,00	Rede CC	Vermelho
			Preto
		Rede AC 110V	Marrom
			Azul
42	Rede AC 220V	Cinza	
		Azul	
60	6,00	Rede CC	Vermelho
			Preto
		Rede AC 110V	Marrom
			Azul
62	Rede AC 220V	Cinza	
		Azul	

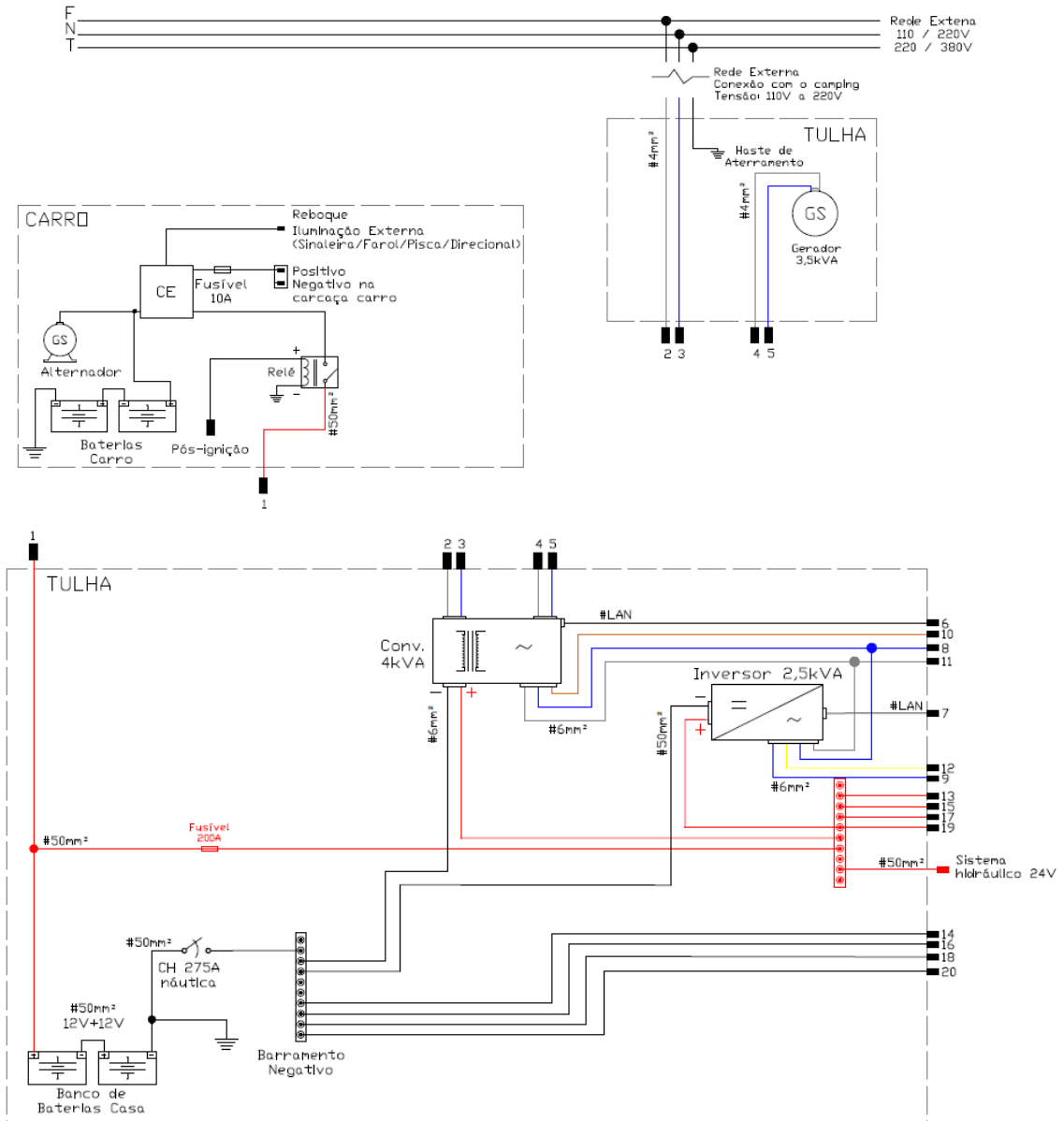
LEGENDA			
REF.	CABO (mm²)	DESCRIÇÃO	CORES
70	10,00	Rede CC	Vermelho
			Preto
71		Rede AC 110V	Marrom
			Azul
72		Rede AC 220V	Cinza
			Azul
75	16,00	Rede CC	Vermelho
76	25,00	Rede CC	Preto
			Vermelho
77	35,00	Rede CC	Preto
			Vermelho
78	50,00	Rede CC	Vermelho
			Preto

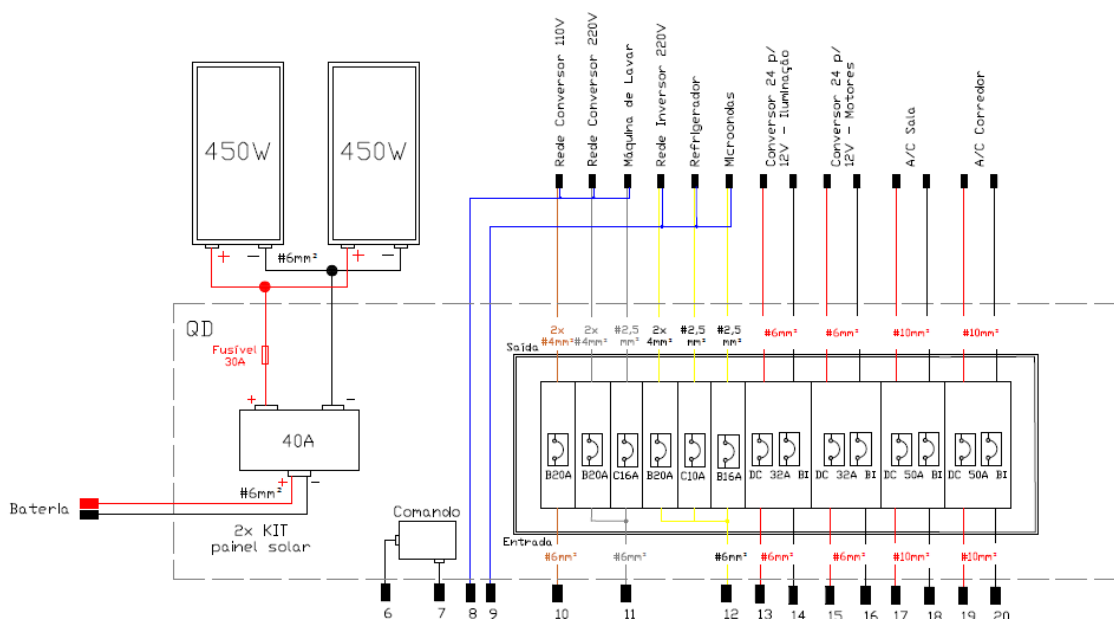
70A	4,00	Ar-Condicionado1	
70B	4,00	Ar-Condicionado2	
22C	2,50	Microondas	
22D	2,50	Refrigerador	
22E	2,50	Lava Roupas	

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A figura 13 abaixo representa o diagrama elétrico unifilar desenvolvido para este veículo.

Figura 13 – Diagrama unifilar





Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Como boas práticas para a divisão dos circuitos e considerando as facilidades para o cliente operar seus equipamentos, como padrão, distribuiu-se cinco circuitos com três níveis de tensão diferentes ao longo do veículo, sendo dois de rede 12 V (utilizado para equipamentos eletrônicos, claraboias, climatizadores de ar, iluminação, entre outros), um de rede 110 V e outros dois de rede 220 V (ambos para tomadas de uso geral e especial), sempre um de cada para a parte inferior e parte superior. Além disso, separou-se circuitos para equipamentos de uso especial, como ar-condicionado, máquina de lavar e secar roupas, refrigerador e micro-ondas.

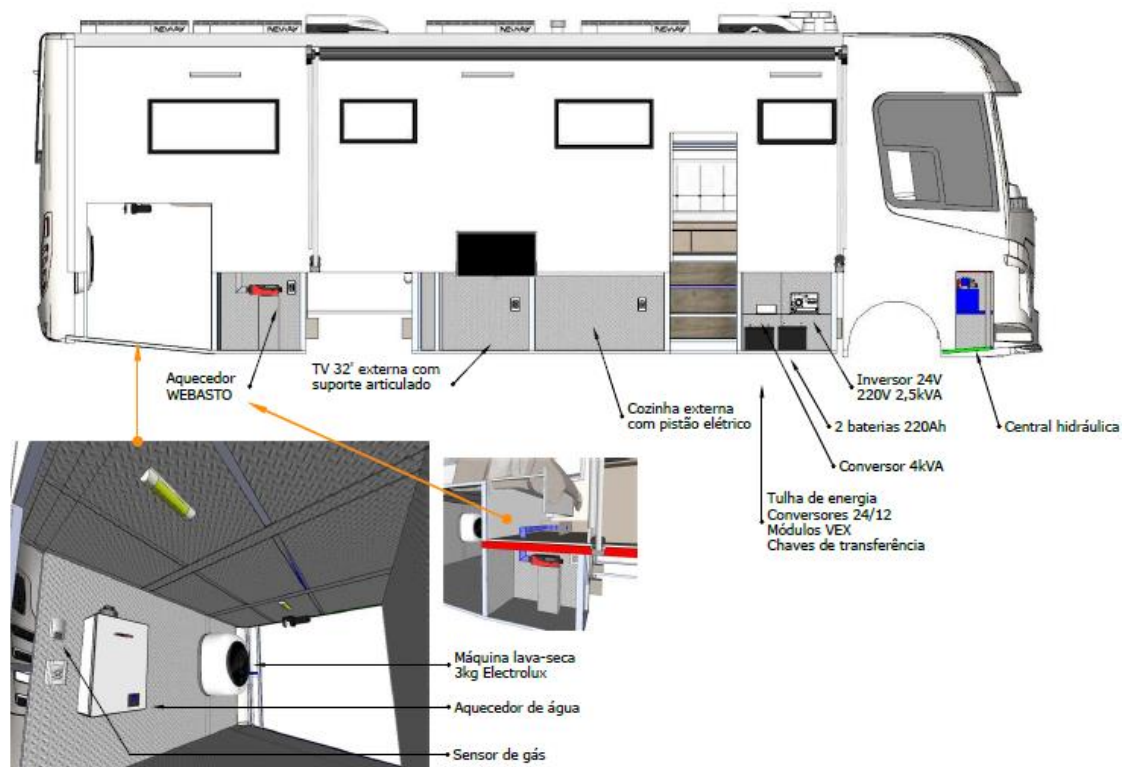
Estes foram os documentos entregues para a equipe de eletricitas da produção para executar a montagem do veículo, a qual será acompanhada a seguir e avaliada a seguir.

4.2 ETAPA DE MONTAGEM

Seguindo a metodologia, a primeira etapa executada foi a passagem de eletrodutos e condutores pelo chassi do veículo, interligando os bagageiros de acordo com as especificações do projeto encontradas no diagrama, na planta baixa e no detalhamento (exemplo da figura 14). Nesta etapa, dois eletricitas

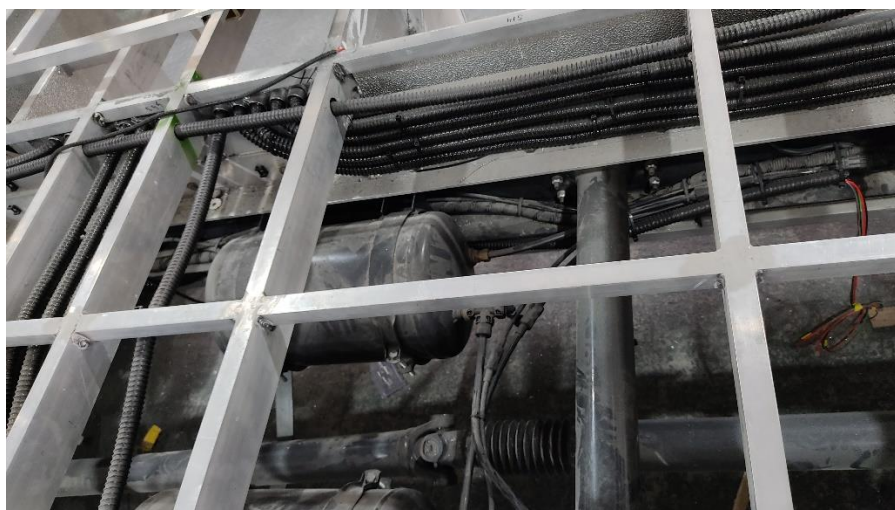
foram designados para a execução. As fotografias 1, 2 e 3 apresentam a etapa executada e bem-sucedida.

Figura 14 – Detalhamento lado do passageiro



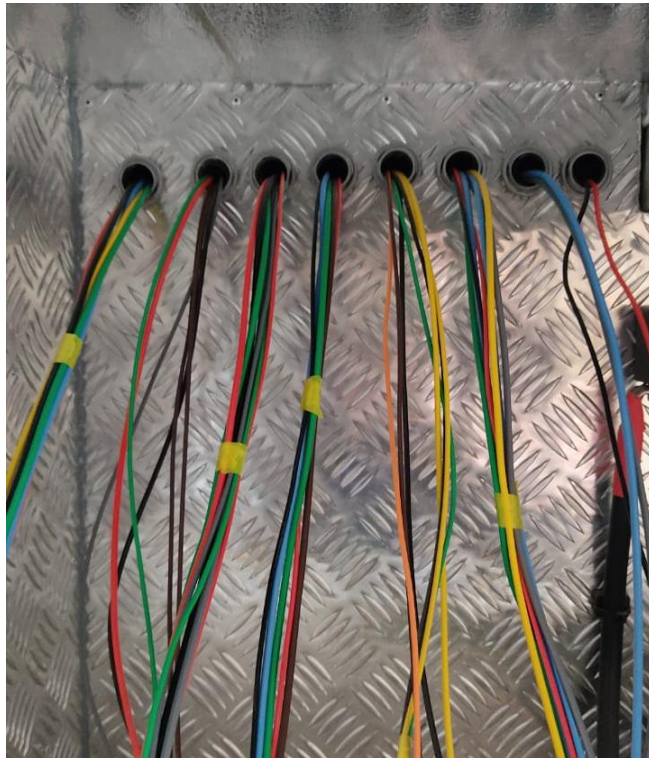
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Fotografia 1 – Passagem de eletrodutos e conduítes



Fonte: registrada pelo autor (2022).

Fotografia 2 – Passagem de condutores com 1,00m de sobra nos bagageiros



Fonte: registrada pelo autor (2022).

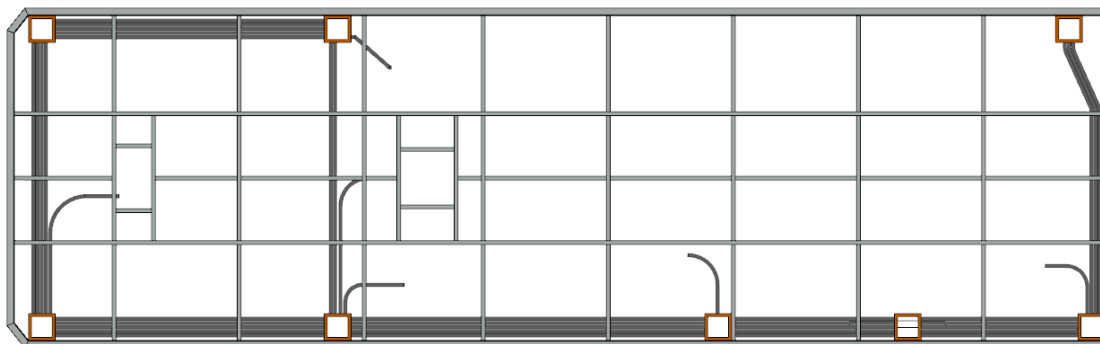
Fotografia 3 – Identificação de condutores



Fonte: registrada pelo autor (2022).

Na etapa seguinte, após concluída a montagem da estrutura do teto, dois eletricitistas foram designados novamente ao setor da estrutura para execução da etapa de montagem das caixas de passagem e eletrodutos, conforme previsto em projeto. A figura 15 demonstra o projeto 3D do teto e a fotografia 4 demonstra a etapa bem-sucedida, já com o teto colocado sobre o veículo.

Figura 15 – Projeto 3D do teto



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

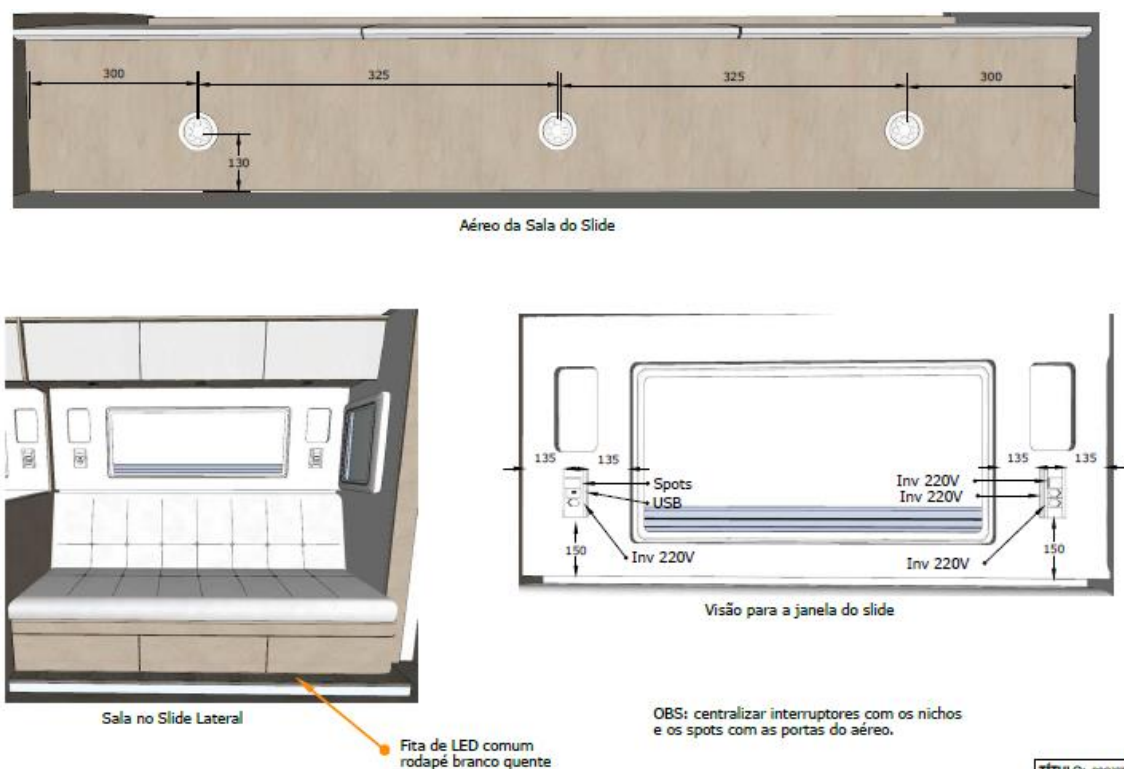
Fotografia 4 – Caixas de passagem e eletrodutos no teto



Fonte: registrada pelo autor (2022).

Na terceira etapa, à medida que a marcenaria terminava os móveis do veículo, um integrante da elétrica pôde começar a colocação de iluminação interna e externa e passagem de condutores nestes móveis, principalmente os aéreos, facilitando posteriormente montagem destes no veículo. A figura 16 mostra o detalhamento da sala deste veículo e na fotografia 5 o aéreo pode ser visto já com esta montagem executada.

Figura 16 – Detalhamento da sala



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Fotografia 5 – Montagem elétrica no móvel

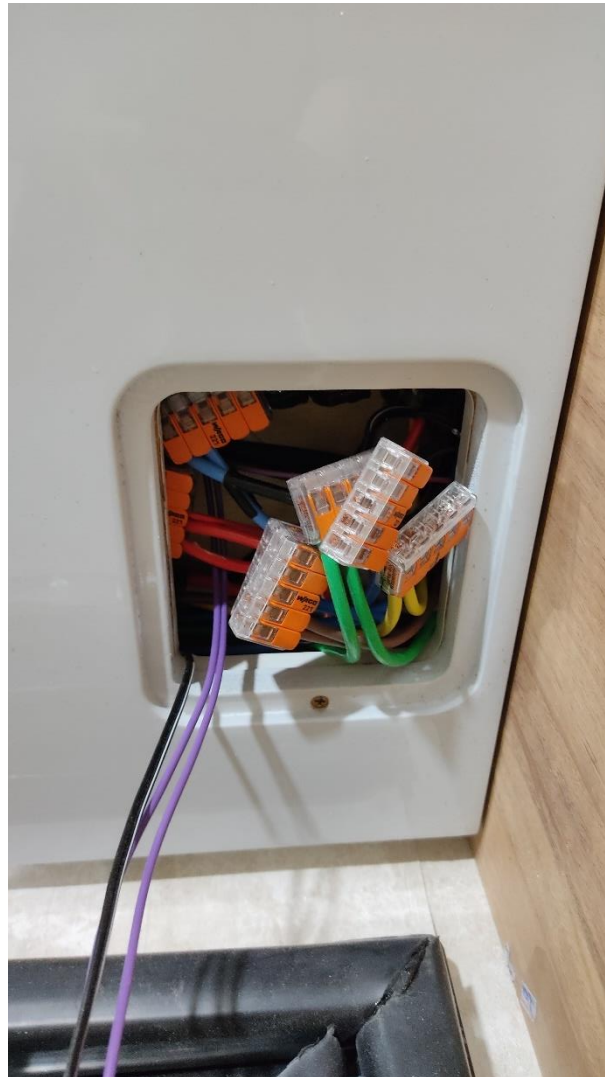


Fonte: registrada pelo autor (2022).

Esta etapa de montagem em bancada da elétrica nos móveis é importante estar bem projetada e detalhada, pois uma vez que o móvel foi instalado no veículo, a passagem de condutores, principalmente, torna-se bastante complicada e, por diversas vezes, sendo obrigada a ficar sobreposta, resultando em um acabamento indesejado.

Antes de seguir para a próxima etapa, dois eletricitistas foram designados para a passagem de condutores no teto, realizando as devidas derivações e conexões nos móveis que anteriormente foram executados em bancada, como pode ser visto na fotografia 6 abaixo.

Fotografia 6 – Condutores e derivações na caixa de passagem



Fonte: registrada pelo autor (2022).

Por último, na quarta etapa da execução, após o veículo retornar do setor de pintura, quatro eletricitistas foram designados a realizarem os acabamentos para, então, finalizar a montagem. Nesta etapa foram instalados os equipamentos de teto, equipamentos dos bagageiros e também a montagem do quadro geral, o qual não foi possível na etapa anterior por falta de tempo.

A fotografia 7 demonstra o bagageiro principal da elétrica do veículo sendo finalizado com a instalação do inversor, conversor, baterias, módulos etc.

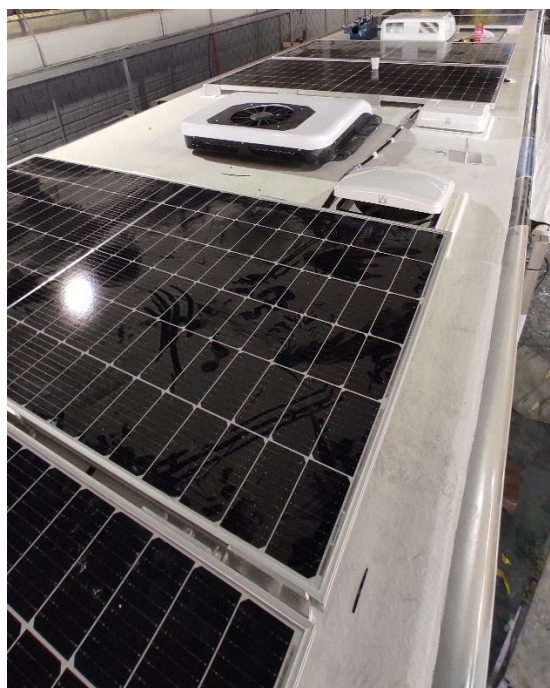
Fotografia 7 – Equipamentos no bagageiro



Fonte: próprio autor (2022)

Já na fotografia 8 podem ser vistos os equipamentos de teto instalados no veículo conforme o projeto. Na fotografia 9, o painel de controle e quadro geral de disjuntores montado logo acima da porta de entrada do veículo.

Fotografia 8 – Equipamentos no teto



Fonte: registrada pelo autor (2022).

Fotografia 9 – Painel de controle e quadro geral de disjuntores



Fonte: registrada pelo autor (2022).

Em todas as etapas fez-se necessário o acompanhamento eventual do projetista elétrico a fim de realizar inspeção visual das instalações realizadas pela equipe, sanando dúvidas e corrigindo possíveis diferenças de projeto.

Após toda a montagem do veículo realizada, foi necessária a inspeção do funcionamento e das conexões de todos os componentes elétricos instalados pela equipe, sendo assim, evitando quaisquer divergências em relação ao projeto e evitando a insatisfação do cliente caso algo deixe de operar.

De forma geral, poucas dúvidas surgiram para a equipe de eletricitistas referente a metodologia adotada e aos documentos entregues para a execução do serviço. Um ponto positivo pode ser observado quanto a organização e qualidade do trabalho realizado pelos colaboradores, conseqüentemente na agilidade, uma vez que possuem muito mais informações técnicas e detalhes no projeto. Em contrapartida, pôde-se observar que o documento com as plantas baixas pouco foi utilizado pela equipe.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

A metodologia proposta se constrói com base em uma padronização para o processo de projeto e de execução da montagem dos veículos de recreação desenvolvidos pela empresa. Para a análise do estudo, serão abordados neste capítulo os resultados obtidos através da aplicação do questionário com os funcionários.

5.1 FORMAÇÃO, CARGO E EXPERIÊNCIA

As primeiras perguntas do questionário aplicado aos setes colaboradores da empresa trás as informações de formação, cargo exercido na empresa e tempo de experiência no setor. Tais respostas foram agrupadas no quadro 3.

Quadro 3 – Respostas das perguntas 1 a 3 do questionário

Cargo na empresa	Formação	Tempo de experiência no setor
Gestor	Ensino médio	5 anos
Gerente de produção	Ensino médio	35 anos
Pós-vendas	Ensino médio	3 anos
Eletricista pleno	Técnico em eletrotécnica	7 anos com elétrica de motorhomes
Eletricista pleno	Ensino médio	8 anos com elétrica veicular e motorhomes
Eletricista nível 1	Ensino médio	4 anos com elétrica residencial, 4 meses com motorhomes
Eletricista nível 1	Ensino médio	15 anos com elétrica veicular, 4 meses com motorhomes

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Com base nas respostas é possível averiguar que grande parte dos colaboradores não possui formação técnica para atuação em sua área, porém, vasta experiência prática no serviço executado.

5.2 ANÁLISE QUANTO AS PADRONIZAÇÕES

As questões objetivas abordadas na sequência pelo questionário tratam sobre a padronização e execução dos projetos. Nas perguntas quatro e cinco, por unanimidade, os colaboradores concordaram em suas opiniões que é muito bom haver uma padronização do setor elétrico nos veículos e que já obtivemos melhora no tempo de execução da montagem.

No gráfico 1 pode ser vista a resposta dos colaboradores quanto a pergunta de número seis, a qual refere-se a sua percepção sobre a qualidade do serviço entregue após a padronização. Cinco colaboradores consideram um serviço de muito boa qualidade e outros dois consideram de boa qualidade, os quais expuseram na última questão do questionário que ficam pendentes apenas alguns detalhes de acabamento no serviço executado, não havendo relação direta com a proposta do trabalho.

Gráfico 1 – Respostas sobre a qualidade no serviço entregue



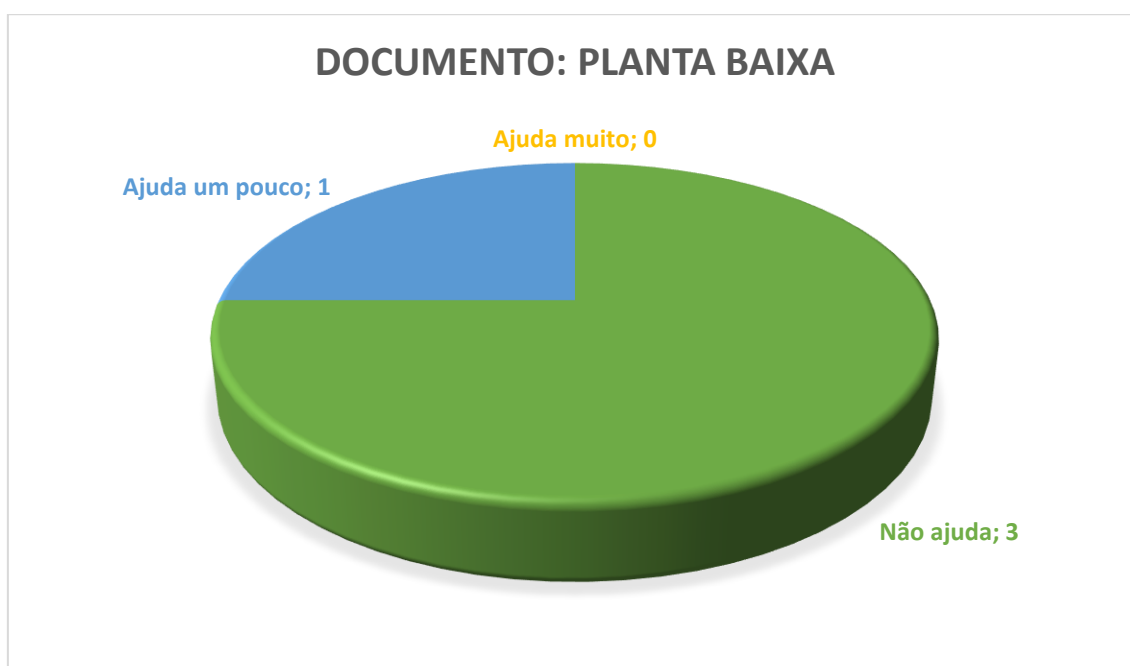
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A questão sete indagou os colaboradores em relação a manutenção futura nestes veículos com esquema elétrico padrão. Neste quesito, todos concordam que será muito melhor o processo posteriormente e, na questão dissertativa, um colaborador cita que “é importante essa padronização, os carros populares, por exemplo, sempre saem com padrões de cores para fiação. Fica muito mais fácil a montagem e principalmente a manutenção”.

As próximas três questões foram destinadas a equipe de eletricitas da empresa, tendo em vista a utilização das informações de projeto disponibilizadas para a montagem dos veículos. Nas perguntas de número oito e dez, os quatro colaboradores consideram de grande ajuda os documentos com vistas do projeto 3D e diagrama unifilar com observações gerais.

Já na pergunta de número nove, a qual refere-se ao documento com o diagrama multifilar, ou planta baixa, três colaboradores consideraram que este documento não ajuda e um colaborador considerou que ajuda um pouco, como mostra o gráfico 2. Ao fim do questionário, um dos eletricitas deixou sua opinião sobre este documento, como cita “Os diagramas elétricos ajudam bastante nas ligações e bitola dos cabos, porém, a planta baixa não ajuda. Ela acaba se tornando um pouco poluída e confusa...”.

Gráfico 2 – Quanto as repostas sobre a planta baixa



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Na última pergunta do questionário, de forma dissertativa, os colaboradores expuseram de forma positiva suas opiniões sobre a padronização proposta na montagem elétrica dos veículos. Além das respostas que já foram citadas, na resposta do gestor encontramos que “com o projeto elétrico adequado e a padronização elaborada poderemos entregar muito mais segurança no produto para o cliente e o processo certamente irá ficar mais ágil”. O mesmo cita também que no início do mês de setembro um quinto eletricista desligou-se da empresa e, por conta das melhorias no processo produtivo, o cargo vago não seria preenchido por enquanto.

Na resposta do colaborador responsável pelo pós-vendas da empresa ele cita o seguinte: “Pude presenciar esta melhoria com um dos veículos que saiu da empresa no mês de julho. De forma remota conseguimos identificar o ponto de defeito em questão de minutos, já que havia padrão de cores e diagrama elétrico da montagem. Em geral, a identificação do problema normalmente leva no mínimo mais de uma hora”.

Levando em consideração as respostas dos colaboradores, de forma geral, a percepção de todos em relação a metodologia do trabalho mostrou-se de forma positiva e otimista, já conseguindo trazer situações que demonstram na prática a melhora através da padronização.

6 CONCLUSÕES

Analisando as imagens registradas no estudo de caso do trabalho e os padrões das respostas do questionário aplicado aos colaboradores foi possível concluir que, considerando o objetivo geral, os padrões adotados para o desenvolvimento de projeto e execução de montagem dos veículos foram positivos. Ressalta-se apenas que o uso do documento da planta baixa para os eletricitistas se tornou ineficiente, os quais relatam que por falta de experiência com este tipo de leitura acabam levando muito tempo para conseguir entender o diagrama.

Considerando a tabela para o auxílio do cálculo do dimensionamento elétrico e a padronização na seção e cor de grande parte das linhas utilizadas, bem como os arquivos com vistas do projeto 3D e o diagrama unifilar disponibilizado para a produção, pode-se observar que os procedimentos geraram uma agilidade na execução do serviço, bem como uma melhora na qualidade, tanto na montagem como em uma futura manutenção ou suporte técnico. E ainda, o correto dimensionamento dos circuitos trarão mais segurança ao cliente na utilização do seu veículo.

Tendo em vista os documentos técnicos gerados, pode-se ainda citar que o gestor da empresa solicitou a inclusão dos mesmos no manual do usuário, agregando informações do veículo ao cliente.

Por fim pode-se inferir que todos os objetivos foram alcançados. Agora a empresa conta com uma padronização técnica no setor elétrico, bem como um processo de montagem mais ágil e organizado, contando com a segurança do dimensionamento elétrico dos circuitos. Ainda, pode-se observar que foi possível gerar uma economia no setor quando, conforme cita o gestor, um eletricitista foi desligado e a vaga não será preenchida, mantendo um quadro reduzido já que a demanda está sendo atendida.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se explorar um estudo para organização de estoque do setor elétrico, uma vez que, com o projeto bem dimensionado e padronizado, pode-se estimar as quantidades necessárias dos produtos para cada modelo de veículo, gerando melhor aproveitamento do capital investido.

Outra sugestão pode ser o estudo referente ao levantamento do tempo de execução em cada etapa do processo para evitar tarefas fora do setor de origem, podendo reduzir ainda mais o tempo total.

Outra proposta, levando em consideração a elétrica dos veículos, pode-se explorar as questões de autonomia da residência, levando em consideração as fontes de energia que não dependem de conexão com a rede elétrica e a possível elaboração de um sistema totalmente autônomo.

REFERÊNCIAS

BECK, T., KONDZIELLA, H., HUARD, G., BRUCKNER, T. **Assessing the influence of the temporal resolution of electrical load and PV generation profiles on self-consumption and sizing of PVbattery systems.** Applied Energy, vol 173, pp 331–342, 2016.

BRASIL, **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.** Institui o Código Brasileiro de Trânsito. Brasília, DF: Presidência da República, [1997]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503Compilado.htm. Acesso em: 13 abril 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.452, de 21 de julho de 2011.** Altera o art. 143 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Presidência da República, [2011]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12452.htm#art. Acesso em: 13 abril 2022.

BUZIAN, M. C. **Como surgiu a ideia de produzir trailers no Brasil?** Depoimento de Pedro Luiz Scheid. 2007. Disponível em: <http://turiscar.blogspot.com.br/2007/12/como-surgiu-idea-de-produzir-trailers.html>. Acesso em: 05 abril 2022.

CARNEIRO, Rafael Luiz; A. MOLINA, João Henrique; ANTONIASSI, Beatriz; *et al.* **Essential Aspects of Lead-Acid Batteries and hysical-Chemical and Thermodynamic Principles of its Operation.** Revista Virtual de Química, v. 9, n. 3, p. 889–911, 2017. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v9n3a06.pdf>. Acesso em: 06 abril 2022. Acesso em: 05 abril 2022.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** Atualização e revisão Luiz Sebastião Costa vol. 16. ed. LTC, 2016.

CRESESB CEPEL. **Energia solar princípios e aplicações.** [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acesso em: 14 abril 2022.

ENEL SOLUÇÕES. **Tudo sobre Energia Solar – Sistemas On Grid e Off Grid.** 2016. Disponível em: <http://www.enelsolucoes.com.br/blog/2016/06/energia-solar-tipos-de-sistema-on-grid-e-off-grid/>. Acesso em: 14 abril 2022.

FARIAS, E. M. B.; COSTA, T.; PILLETI, C. P.; SANTOS, M. R. P. **ESTUDO E SIMULAÇÃO DE UM CONTROLADOR DE CARGA PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID.** Pará, 2016.

LUIS F.M. TIMÓTEO. **Baterias de chumbo.** (2011) Slideshare.net. Disponível em: <https://pt2.slideshare.net/MarioTimotius/emobilidade-baterias-de-chumbo>. Acesso em: 15 abril 2022.

MEKHILEF, S.; SAIDUR, R.; SAFARI, A. **A review on solar energy use in industries.** Renew Sustain Energy Rev 2011.

MESSENGER, R.; VENTRE, J. **Photovoltaic Systems Engineering.** Boca Raton: CRC Press, 2010.

PALHARES, Guilherme Lohmann. **Transportes turísticos.** São Paulo: Aleph, 2002.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica.** Porto: Publindústria, 2011.

PINHO, J; GALDINO, M. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB, 2014. 530 p.

PIVARI, Marcos. **Campismo com alma.** Motor Home, Curitiba, 4. ed. Abril/Maio 2007.

PORTAL ENERGIA. **Energia Fotovoltaica - Manual sobre tecnologias, projeto e instalação.** (2004). Disponível em: <https://www.portal-energia.com/downloads/guia-tecnico-manual-energia-fotovoltaica.pdf>. Acesso em: 08 abril 2022.

RECREATION VEHICLE INDUSTRY ASSOCIATION. **What is a recreational vehicle (RV)?**. Disponível em: <http://www.rvia.org/?ESID=types>. Acesso em: 05 abril 2022.






























VILLALVA, M.; GAZOLI, J. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações.** São Paulo: Erica, 2012.

WALLIS, A.D. **Mobile Homes: A Psychological Case Study of Innovation in Housing.** Master's Thesis. University of Colorado, 1987.

APÊNDICE A – TABELA DE DIMENSIONAMENTO

INFORMAÇÕES GERAIS												
QTD	CIRCUITOS DE ENTRADA	POTÊNCIA [W]	TENSÃO [V]	Ib [A]	DISJUNTOR [A]	Lmáx [m]	Fa	Ic [A]	CONDUTOR [mm ²]	R (ohm/km)	Imáx (A)	QUEDA DE TENSÃO [%]
1	ENTRADA DE ENERGIA	4400	220	20	-	20	1	20,0	4	4,95	32	1,80
1	GERADOR DE ENERGIA	3500	220	15,91	-	6	1	15,9	4	4,95	32	0,43
1	SAÍDA CONVERSOR 110V	3200	110	29,1	-	2	0,7	20,4	6	3,3	41	0,24
1	SAÍDA CONVERSOR 220V	3200	220	14,5	-	2	0,7	20,8	6	3,3	41	0,12
1	ENTRADA INVERSOR	2500	24	104,2	-	1	1	104,2	50	0,386	151	0,34
1	SAÍDA INVERSOR 220V	2500	220	11,4	-	2	0,7	16,2	6	3,3	41	0,10
1	SAÍDA PARA REDE CC SUPERIOR	480	24	20,0	-	2	0,7	28,6	6	3,3	41	1,57
1	SAÍDA PARA REDE CC MOTORES	480	24	20,0	-	2	0,7	28,6	6	3,3	41	1,57
2	PAINEL SOLAR 450W	450	41,8	21,5	-	6	1	21,5	6	3,3	41	2,04
1	CONTROLADOR MPPT 40A	900	24	37,5	-	2	1	37,5	6	3,3	41	2,06
CARGAS												
	REDE CONVERSOR 110V	3200	110	29,1	20	8	0,7	41,6	4	4,95	32	2,99
	A/C 15.000btus	1800	110	16,4	25	5	0,7	23,4	4	4,95	32	1,05
	REDE CONVERSOR 220V	3200	220	14,5	20	8	0,7	20,8	4	4,95	32	0,75
	REDE INVERSOR 220V	2500	220	11,4	20	8	0,7	16,2	4	4,95	32	0,58
	A/C 12.000btus	1600	220	7,3	20	5	0,7	10,4	2,5	7,98	24	0,38
	MICROONDAS 20L	1500	220	6,8	16	3	0,7	9,7	2,5	7,98	24	0,21
	LAVA+SECA ROUPAS 3KG	1800	220	8,2	16	8	0,7	11,7	2,5	7,98	24	0,68
	REFRIGERADOR 310L	550	220	2,5	10	3	0,7	3,6	2,5	7,98	19,5	0,08
	A/C 8.875btus	900	24	37,5	50	5	0,8	46,9	10	1,91	57	3,73
	SAPATA HIDRÁULICA	3600	24	150,0	-	5	1	150,0	50	0,386	151	2,41
	REDE 12V APÓS CONVERSOR DC	150	12	12,5	32	8	0,8	15,6	10	1,91	57	3,98
	CLIMATIZADOR	90	12	7,5	-	2	1	7,5	1,5	13,3	17,5	3,33
	CLARABÓIA	18	12	1,5	-	2	1	1,5	1,5	13,3	17,5	0,67
	KIT WIFI/ANTENAS	10	12	0,8	-	2	1	0,8	1	19,5	14	0,54
	ILUMINAÇÃO 12V - MÁX	25	12	2,1	-	5	1	2,1	1	19,5	14	3,39
	MÓDULO DE AUTOMAÇÃO	480	12	40,0	-	1	1	40,0	6	3,3	41	2,20
	GUINCHO ELÉTRICO	180	12	15,0	-	6	0,8	18,8	10	1,91	57	3,58
	AQUECEDOR DE AMBIENTE	165	12	13,8	-	6	0,8	17,2	10	1,91	57	3,28
	BOMBAS D'ÁGUA	90	12	7,5	-	6	0,8	9,4	4	4,95	32	4,64

APÊNDICE B – PADRÃO DE CORES DOS CABOS

LEGENDA DE CABOS			
CABO (mm ²)	DESCRIÇÃO	CORES	
1,00	Nível Potável	Laranja	
		Marrom	
	Nível Detritos	Vermelho	
		Marrom	
	Nível Servida	Verde	
		Marrom	
	Sinal Bomba Quente	Vermelho	
	Sinal Bomba Frio	Cinza	
	Sinal Bomba Mineral	Verde	
	Fim de Curso p/ slide, escada, toldo...	Cinza	
		Marrom	
	Cabo CAN	Laranja	
		Lilás	
	Cabo CAN TOCO	Amarelo	
Azul			
1,50	Solenóide Entr. Água	Amarelo	
		Preto	
	Válvula de descarte, climatizador, claraboia, escada,	Vermelho	
		Preto	
2,50	Bomba Quente	Vermelho	
	Bomba Frio	Cinza	
	Bomba Mineral	Verde	
4,00	Negativo p/ Bombas	Preto	
	Motor do Slide	Vermelho	
		Preto	
6,00	Guincho e Webasto	Vermelho	
		Preto	
50,00	Sapata Hidráulica	Vermelho	
		Preto	

ENTRADA


FASE - Cinza
 NEUTRO - Azul


REDE CONVERSOR**REDE CONVERSOR 110V**


FASE - Marrom
 NEUTRO - Azul
 TERRA - Verde
 RETORNO - Rosa


REDE CONVERSOR 220V


FASE - Cinza
 NEUTRO - Azul
 TERRA - Verde
 RETORNO - Rosa


REDE INVERSOR**REDE INVERSOR 110V**


FASE - Branco
 NEUTRO - Azul c/ fita
 TERRA - Verde
 RETORNO - Laranja


REDE INVERSOR 220V


FASE - Amarelo
 NEUTRO - Azul c/ fita
 TERRA - Verde
 RETORNO - Laranja


REDE 12V


POSITIVO - Vermelho
 NEGATIVO - Preto
 RETORNO - Lilás


REDE 24V


POSITIVO - Vermelho
 NEGATIVO - Preto
 RETORNO - Lilás


REBOQUE E SINALIZAÇÃO TRASEIRA


TERRA - Marrom c/ branco
 PISCA ESQUERDO - Rosa c/ branco
 PISCA DIREITO - Laranja c/ branco
 FREIO - Cinza c/ amarelo
 RÉ - Lilás c/ branco
 SINALEIRA - Cinza c/ branco


POSITIVO BATERIA

Sinal 61 - Laranja c/ vermelho
 Sinal 15 - Lilás c/ vermelho
 Sinal 30 - Cinza c/ vermelho
 Pós-chave 24V - Lilás c/ amarelo


AUXILIARES EXTRAS

Laranja c/ amarelo
 Cinza c/ amarelo



APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO

TCC 2 - Douglas Lambrecht

O formulário a seguir tem como objetivo identificar qualitativamente as melhorias no processo de montagem elétrica dos motorhomes de uma determinada empresa em questão.

1. Formação

2. Cargo na empresa

3. Tempo de experiência no setor

4. No geral, o que você acha sobre a padronização no processo de montagem do setor elétrico nos veículos?

Marcar apenas uma oval.

- Muito ruim
- Ruim
- Regular
- Bom
- Muito bom

5. Você acredita que obtivemos melhora no tempo de execução da montagem após a padronização?

Marcar apenas uma oval.

- Não, está mais lento
- Não, segue igual
- Sim, está mais rápido

6. Como você vê a qualidade no serviço entregue após a padronização?

Marcar apenas uma oval.

- Muito ruim
 Ruim
 Regular
 Bom
 Muito bom

7. Como ficarão as manutenções nos veículos após a padronização?

Marcar apenas uma oval.

- Muito piores
 Piores
 Não irá mudar
 Melhores
 Muito melhores

8. Para você, eletricitista, as vistas 3D do projeto com cotas e observações ajuda na execução da montagem?

Marcar apenas uma oval.

- Não ajuda
 Ajuda um pouco
 Ajuda muito

9. Para você, eletricitista, a planta baixa da montagem do veículo ajuda na execução?

Marcar apenas uma oval.

- Não ajuda
 Ajuda um pouco
 Ajuda muito

10. Para você, electricista, o diagrama unifilar geral da montagem ajuda na execução?

Marcar apenas uma oval.

- Não ajuda
 Ajuda um pouco
 Ajuda muito

11. Deixa aqui sua observação sobre os padrões adotados para os processos de projeto e execução na montagem dos motorhomes.
