

BACKUP DE ENERGIA ELÉTRICA EM ÁREA HOSPITALAR ELECTRICITY BACKUP IN HOSPITAL AREA

Eduardo Pinto Silva¹
Fábio dos Anjos²
Pedro Lamy³
Prof. Me. Luis Gustavo Schröder e Braga⁴

RESUMO

O TCC aborda o tema do armazenamento de energia em hospitais, com foco na necessidade de manter setores críticos operacionais mesmo em situações de falta de energia elétrica. O objetivo principal do estudo foi aplicar um sistema de armazenamento de energia utilizando inversores fotovoltaicos híbridos, que se mostrou eficaz e contribuiu para a economia de energia elétrica, seguindo as normas estabelecidas. Onde a falta de energia elétrica pode resultar em sérias consequências, incluindo a interrupção de cirurgias, falha no funcionamento de aparelhos médicos, perda de medicamentos refrigerados, entre outros problemas graves. A utilização de energia solar fotovoltaica como fonte de energia renovável e limpa traz benefícios ambientais e econômicos para os hospitais. Além disso, o sistema de armazenamento de energia proporciona uma fonte confiável de eletricidade reserva, capaz de suprir a demanda dos setores críticos em casos de emergência ou falhas no fornecimento de energia da rede elétrica convencional. Ao implementar esse sistema, os hospitais podem reduzir sua dependência da rede elétrica convencional e conseqüentemente diminuir seus gastos com energia elétrica. Isso contribuiu para a sustentabilidade financeira das instituições de saúde, permitindo que recursos sejam direcionados para outras áreas prioritárias. Em resumo, o TCC demonstrou a importância do armazenamento de energia em hospitais para manter setores críticos em pleno funcionamento, mesmo diante de falhas na rede elétrica. O sistema de armazenamento de energia com inversores fotovoltaicos híbridos mostrou-se eficaz, proporcionando economia de energia elétrica e contribuindo para a sustentabilidade, credibilidade e excelência em atendimento assistencial aos usuários do hospital.

Palavras-chave: Qualidade de Energia, Backup, Hospital

ABSTRACT

¹ Rede de Ensino Doctum – Polo Juiz de Fora, MG – eduardoelttec@gmail.com – graduando em Engenharia Elétrica

² Rede de Ensino Doctum – Polo Juiz de Fora, MG – tecdosanjos@gmail.com – graduando em Engenharia Elétrica

³ Rede de Ensino Doctum – Polo Juiz de Fora, MG – henriquelamy@gmail.com – graduando em Engenharia Elétrica.

⁴ Rede de Ensino Doctum – Polo Juiz de Fora, MG – luis.braga@doctum.edu.br – Professor Orientador

The TCC addresses the issue of energy storage in hospitals, focusing on the need to keep critical sectors operational even in situations of power outages. The main objective of the study was to apply energy storage system using hybrid photovoltaic inverters, which proved to be effective and contributes to energy savings, following the established norms. Where the lack of electricity can result in serious consequences, including the interruption of surgeries, failure in the functioning of medical devices, loss of refrigerated medicines, among other serious problems. The use of photovoltaic solar energy as a renewable and clean energy source brings environmental and economic benefits to hospitals. In addition, the energy storage system provides a reliable source of backup electricity, capable of meeting the demand of critical sectors in cases of emergency or failures in the supply of energy from the conventional electrical network. By implementing this system, hospitals can reduce their dependence on the conventional electrical grid and consequently reduce their energy costs. This contributes to the financial sustainability of health institutions, allowing resources to be directed to other priority areas. In summary, the TCC demonstrated the importance of energy storage in hospitals to keep critical sectors in full operation, even in the face of failures in the electrical network. The energy storage system with hybrid photovoltaic inverters proved to be effective, providing energy savings and contributing to sustainability, credibility and excellence in care delivery to hospital users.

Keywords: Power Quality, Backup, Hospital

1- INTRODUÇÃO

Os hospitais têm a responsabilidade de fornecer serviços relacionados à saúde, incluindo prevenção, restauração da saúde, ensino e assistência. Portanto, é um dever dos profissionais capacitados oferecer diagnósticos precisos e serviços de excelente qualidade, com foco principal na saúde do ser humano, de acordo com o Código de Ética Médica (2009).

O objetivo do trabalho é encontrar uma nova maneira de solucionar a interrupção de energia através do sistema de backup de energia elétrica no ambiente hospitalar, através de placas fotovoltaicas. Para alcançar o objetivo principal é necessário alcançar os objetivos secundários: criar um sistema de baterias para armazenar energia fotovoltaicas e criar um sistema de automação.

2- METODOLOGIA

O presente estudo é conduzido sob uma abordagem descritiva detalhada, com o objetivo específico de apresentar uma solução inovadora para lidar com problemas de interrupção de energia. Utilizando um estudo de caso robusto, a pesquisa é orientada para a aplicação prática e adota uma abordagem qualitativa abrangente.

A coleta de dados abrange uma ampla gama de fontes de pesquisa, incluindo revistas especializadas em backup de energia fotovoltaica e armazenamento de energia elétrica, bem como recursos educacionais de renome, como o Google Academy, e material de referência proveniente de fontes autorizadas, incluindo livros relevantes e dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

O planejamento minucioso e abrangente abordou meticulosamente todos os aspectos do escopo do projeto, com foco particular na implementação de um sistema de baterias e na integração de tecnologia de automação para a geração de energia fotovoltaica, a fim de garantir um backup de energia consistente e confiável. Esta estratégia foi desenvolvida de modo a garantir flexibilidade no acesso ao hospital, garantindo a disponibilidade contínua de energia essencial para o funcionamento ininterrupto das instalações médicas.

3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No tópico de fundamentação teórica serão detalhados os motivos para a instalação de sistemas de *Backups* em ambientes hospitalares.

Hospitais abrigam uma ampla gama de equipamentos médicos essenciais, desde ventiladores e monitores até máquinas de ressonância magnética. Esses equipamentos dependem de energia elétrica para funcionar, e a interrupção de energia pode afetar diretamente a capacidade de diagnóstico e tratamento.

Muitos pacientes em hospitais dependem de suporte à vida, como máquinas de ventilação e diálise. A falta de energia pode ser fatal para esses pacientes, ressaltando a necessidade crítica de energia ininterrupta.

Muitos medicamentos e vacinas devem ser armazenados em temperaturas controladas para manter sua eficácia.

A iluminação adequada é fundamental em hospitais para realizar cirurgias, exames clínicos e fornecer um ambiente seguro e confortável para pacientes e equipe médica.

Os registros médicos eletrônicos e os sistemas de informação de saúde dependem de energia elétrica para armazenar e acessar informações cruciais sobre pacientes e tratamentos.

3.1 – QUALIDADE ENERGIA ELÉTRICA NAS INSTALAÇÕES HOSPITALARES.

Neste tópico será apresentado a importância de uma boa qualidade de energia para a garantia da segurança dos equipamentos e usuários.

3.1.1 – QUALIDADE DE ENERGIA DENTRO DA UNIDADE HOSPITALAR.

Existem diversos aparatos de alto valor agregado em hospitais que são extremamente sensíveis às oscilações da rede elétrica. Por exemplo, equipamentos de diagnóstico por imagem. Em outras palavras, vibrações em redes elétricas podem afetar os resultados das inspeções, desligar ou danificar equipamentos. (MATTEDE, 2019). Na área da saúde é muito comum manter vários sistemas funcionando 24 horas por dia, 7 dias por semana. Ou seja, qualquer queda de energia pode colocar em risco dados, remédios, recursos e até a vida das pessoas. Que está sob o número “1”.

É fundamental que cada processo técnico seja acompanhado por uma equipe especializada que atue rapidamente em caso de avaria e estabeleça um plano de manutenção preventiva para toda a rede elétrica. Onde evitar preventivamente qualquer avaria se torna um grande repto a resolver na área da engenharia elétrica. Os problemas que podem interferir na qualidade da energia são internos e externos. Variações da rede da concessionária, problemas decorrentes da própria instalação, de aparatos que fazem parte da infraestrutura do entorno. Como geradores, sistemas de iluminação direta ao suporte, elevadores e cargas não lineares em geral. Os fenômenos observados podem ser variações de tensão, aumento de valores de distorção harmônica na rede, desequilíbrio de fase, flutuação de tensão, entre outros.

A partir desses fenômenos o Sistema de Proteção pode ser acionado. Desligando aparelhos, pausando o fornecimento de energia sendo diretamente prejudicial aos pacientes e usuários.

3.1.2 –CAUSAS DIRETAS PREJUDICIAIS PACIENTE X ENERGIA ELÉTRICA.

Mediante normativa do Ministério da Saúde Portaria N°783 de maio de 2001, diretamente obriga toda a rede hospitalar pública e privada ter em loco um grupo motor gerador que abrange e forneça energia elétrica aos setores críticos no caso de interrupção do fornecimento de energia por parte da concessionária local.

Sendo assim, alguns fatores na falta de energia podem causar sérios danos aos usuários e pacientes tipo;

. Falta de iluminação – sem condição de avaliação clínica do estado do paciente.

. Tomadas de uso comum – sem alimentação impossibilita o uso de um desfibrilador, monitor de PA, respirador e etc.

. Tomadas de uso geral – sem alimentação impossibilita o uso de aparelho de ultrassom, RX (Rio X), bisturi, furadeira de osso, serra osso, módulo de anestesia etc.

Todas as citações descritas podem trazer inúmeras consequências ao paciente já debilitado e levando-o a danos irreparáveis como; perda de membros, interferência intelectual e até mesmo ao óbito.

3.1.3 – VISÃO GERAL DO NÚCLEO DE SEGURANÇA AO PACIENTE

Dentro do núcleo de segurança do paciente, não há profundidade no assunto em questão. Pois diretamente o núcleo é composto na maioria das vezes por profissionais da área médica e enfermagem onde não se tem entendimento técnico para tratativas de assuntos relacionados ao fornecimento de energia elétrica.

Observação: Sendo perceptivo uma melhoria continua para aplicação de um atendimento de qualidade iniciamos o aprofundamento na área hospitalar para levantamento das causas prejudiciais ao paciente mesmo no curto prazo do fornecimento de energia elétrica.

3.1.4 – COMPORTAMENTO DA INSTALAÇÃO HOSPITALAR NA FALTA DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.

Mediante a ocorrência da falta do fornecimento de energia por parte da concessionária local, inicia-se o tempo de contagem do controlador do Grupo Motor Gerador para acionamento do mesmo, equalização e transferência de rede.

Geralmente os controladores “USCA” (Unidade de Seccionamento Automático), são programados para dar a partida no motor do grupo motor gerador em até 30 segundos, pois tempo no qual se trata de segurança da vida útil do motor onde é aguardado um tempo onde nesse intervalo a rede da concessionária poderá retornar ao normal.

Então após o reconhecimento da falta a “USCA” envia o comando de partida do motor no qual estabiliza a tensão de geração envia comando para o quadro de

transferência automático efetuar o fechamento do contator que levará a energia elétrica novamente as cargas da unidade hospitalar.

Porém percebe-se que mesmo esse curto intervalo de tempo entre partida, equalização e fechamento de rede traz serias consequências dentre os atendimentos de baixa e alta complexibilidade de um hospital.

Diretamente afetando não só os atendimentos de modo geral, mas também sendo causa de atraso no atendimento onde temos desligamento de centrais de informática e terminais de atendimento, mas temos que 98% das unidades hospitalares no Brasil se preocupa em manter uma nobreak de pequeno porte para manter esses equipamentos ligados na falta de energia elétrica por um período e até mesmo os protegendo de oscilações.

4- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 – PARÂMETROS NORMATIVOS DE ACORDA COM A NORMA RDC-50 / NBR 13534.

De acordo com a RDC 50 (Resolução de Diretoria Colegiada N°50) e Castellari (2009), também deve ser previsto, nas EAS (Estudos e Avaliações), um sistema de suprimento de energia para atuar em casos em que houver uma falha no fornecimento de energia da concessionária, e, para cada modelo de circuito e de equipamento, a norma especifica três classes:

Classe 0,5: em caso de haver uma falha de alimentação ou uma queda de tensão nominal maior ou igual a 10% por período superior a três segundos, deve-se restabelecer alimentação elétrica através de um dispositivo automático de comutação para uma fonte de alimentação auxiliar em até 0,5 segundo e ser capaz de mantê-la por, pelo menos, uma hora, ou até que a alimentação seja reestabelecida.

Classe 15: em caso de haver uma falha de alimentação ou uma queda da tensão nominal maior ou igual a 10% por período superior a três segundos, deve-se reestabelecer a alimentação elétrica através de um dispositivo automático de comutação para uma fonte auxiliar em até 15 segundos e ser capaz de mantê-la por, pelo menos, 24 horas, ou até que a alimentação seja reestabelecida.

Classe >15: em caso de haver uma falha de alimentação ou uma queda da tensão nominal maior ou igual a 10% por período superior a três segundos, deve-se reestabelecer a alimentação elétrica através de um dispositivo automático de comutação ou manualmente para uma fonte auxiliar em período superior a 15

segundos e ser capaz de mantê-la por, pelo menos, 24 horas, ou até que a alimentação seja reestabelecida.

Ainda, a norma determina três grupos, nos quais classifica as categorias de risco:

Grupo 0: equipamentos eletro médicos sem partes aplicadas ao paciente.

Grupo 1: equipamentos eletro médicos com partes aplicadas externamente ao paciente ou aplicadas a fluidos corporais, mas não empregados diretamente ao coração.

Grupo 2: equipamentos eletro médicos empregados ao coração e equipamentos essenciais para o suporte à vida.

A classe > 15, por possuir um tempo de realimentação mais lento e possivelmente manual, abrange uma gama de equipamentos de baixo risco, sendo eles, mais comumente, os do grupo 0 e, em alguns casos, equipamentos do grupo 1. Sua realimentação ocorre através de bancos de baterias ou geradores, e, devido ao custo, é recomendado o uso de geradores.

A classe 15, por ser de realimentação exclusivamente automática e mais rápida, abrange uma gama de equipamentos de médio risco, sendo esses equipamentos pertencentes ao grupo 1, e, da mesma forma que a classe > 15, sua realimentação pode ser dada através de bancos de baterias ou geradores, sendo mais recomendado o uso de geradores, devido ao custo.

A classe 0,5, por ser muito rápida, sua realimentação abrange uma gama de equipamentos de alto risco, tendo de ocorrer de maneira instantânea. Os equipamentos pertencentes a essa classe são do grupo 2 e alguns do grupo 1, e a realimentação ocorre por intermédio de um nobreak (Sem Pausa).

Segundo Monteiro (2023), Castellari (2009) e Okumoto (2006), em um setor, ou mesmo em uma mesma sala, podemos encontrar os três grupos de equipamentos; nesse caso, as tomadas devem ser devidamente identificadas. Porém, alguns setores onde ocorrem mais de um grupo são classificados pela norma RDC 50 – por exemplo, em uma sala cirúrgica exclusivamente dos grupos 1 e 2, mesmo que equipamentos do grupo 0 estejam instalados, não deverá haver tomadas >15, mas o contrário não pode ocorrer, ou seja, não se pode utilizar equipamentos do grupo 2 em ambientes que sejam da classe >15. Portanto, é possível utilizar equipamentos de grupos mais baixos em instalações de realimentação mais rápida, mas o contrário não é recomendado.

Assim como no caso dos transformadores de entrada, que trabalham de forma dúbia para evitar pausas e imprevistos, os sistemas de monitoramento e comutação devem trabalhar no mesmo regime, para manter o sistema sob monitoramento constante. Mesmo em casos nos quais houver falhas na placa, o gerador e o nobreak também devem possuir um sistema duo, ou seja, para os casos da classe 15 e classe > 15, deve haver dois bancos de baterias ou um banco de baterias mais um gerador ou dois geradores capazes de suprir de forma isolada a carga completa do sistema. Além disso, tais sistemas devem ser instalados de maneira a ser substituídos automaticamente, e, no caso da classe 0,5, temos de trabalhar com dois nobreaks instalados no mesmo sistema para evitar interrupções.

A iluminação em corredores e ambientes de passagem, assim como nos setores de risco, como no caso dos centros cirúrgicos e UTIs (Unidade de Tratamento Intensivo), deve ser constituída de, ao menos, uma lâmpada ou metade dessas lâmpadas posicionadas de forma intercalada, ligadas ao sistema de segurança da classe 0,5.

4.2 – IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA BACKUP CONTINUO.

De acordo com a RDC50 observamos a seria importância de um sistema de continuo no fornecimento de energia para setores críticos já citados acima; com isso nos preocupamos tanto com continuidade quanto com autonomia, pois uma vez sendo utilizado nobreak autonomia ainda é limitada sendo necessário a utilização de um imenso banco de baterias no qual financeiramente muita das vezes fica inviável até mesmo por questões de espaço.

Sendo visto que com o crescimento dos sistemas fotovoltaicos tanto ongrid (Ligado na Rede) como offgrid (Desligado da Rede), foi observado que a implantação de tal sistema em ambiente hospitalar iria trazer não somente backup, mas também economia de energia. Como mostra na figura 1 está sendo representado o sistema de backup de forma simplificada.

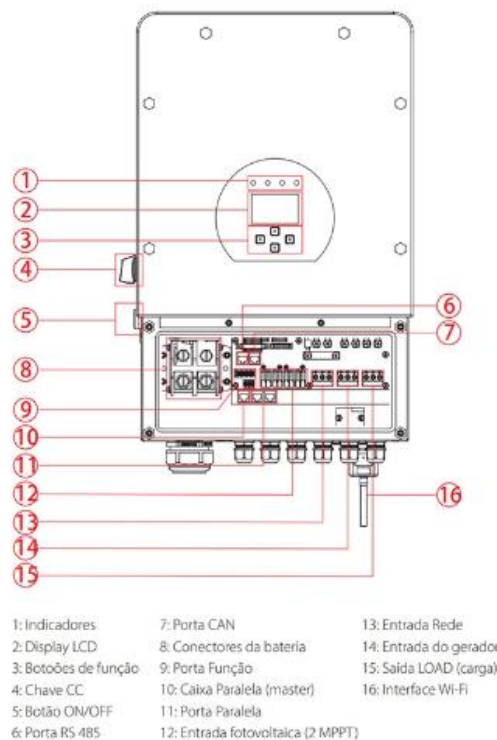
Figura 1 - Sistema de Backup de energia



Fonte: DNS New Energy (2019)

Implantamos então como forma de teste um inversor solar híbrido no qual se tem alta tecnologia em captação e fornecimento de energia demonstrado na figura 2, pois o modelo utilizado é provido de três fontes de energia sendo comutadas automaticamente em menos de 20ms, tempo esse atendendo o tempo especificado na RDC-50 no qual é imperceptível a transferência entre as fontes (figura 2).

Figura 2 - inversor híbrido - visão geral



Fonte: NeoSolar (2023)

O inversor híbrido tem as seguintes características de funcionamento;

Necessário somente 4 baterias em série para ser habilitado com 48vcc (Volts Corrente Continua), podendo ser expandido para maior armazenamento.

Entrada para módulos fotovoltaicos, os quais são prioridade para suprir as cargas e manter o carregamento das baterias.

Entrada de fonte de alimentação via rede concessionária AC (Alternada Corrente), que mantém as baterias carregadas e as cargas na falta dos módulos fotovoltaicos.

No período matinal com irradiação solar se tem a economia de energia onde o sistema é mantido pela energia gerada pelos módulos fotovoltaicos.

No período noturno e ou na falta dos módulos caso haja falha no fornecimento de energia da concessionária as baterias entram fornecendo energia ao inversor, que por sua vez faz todas as mudanças de forma autônoma e sem nenhuma queda de tensão podendo fornecer energia aos setores críticos por horas.

4.3 – FUNCIONAMENTO INVERSOR HIBRIDO – APLICAÇÃO PRÁTICA

Um inversor fotovoltaico híbrido é um dispositivo que converte a energia elétrica gerada por painéis solares fotovoltaicos em corrente contínua (CC) em energia elétrica de corrente alternada (CA) para uso doméstico ou comercial. Além disso, ele também tem a capacidade de funcionar em conjunto com uma fonte de energia externa, como a rede elétrica ou baterias, tornando-o um sistema híbrido. A principal função de um inversor fotovoltaico híbrido é otimizar o uso da energia solar e gerenciar a energia disponível de forma eficiente. O inversor pode operar em diferentes modos, dependendo da situação e das necessidades de energia: 1. Modo de alimentação da rede: Neste modo, o inversor fotovoltaico híbrido utiliza os painéis solares para gerar eletricidade e fornece energia para a carga elétrica da casa ou empresa. Se a demanda de energia exceder a capacidade dos painéis solares, o inversor pode complementar com energia da rede elétrica.

Conforme a figura 3,4,5 segue aplicação prática em um Hospital localizado em Juiz de Fora, Minas Gerais

Figura 3 - Banco de Armazenamento



Fonte: Autores (2023)

As baterias são o tipo mais comum de dispositivo de armazenamento de energia em bancos de armazenamento. Elas convertem energia elétrica em energia química durante o carregamento e depois a liberam como energia elétrica quando descarregam.

Figura 4 - Instalação das Placas Solares



Fonte: Autores (2023)

A instalação de painéis solares é uma maneira eficaz de gerar eletricidade limpa e sustentável a partir da luz solar. É importante contar com profissionais qualificados para realizar a instalação e garantir que o sistema funcione de forma confiável e segura. Além disso, a instalação deve seguir os regulamentos locais e as melhores práticas da indústria.

Figura 5 - Inversor



Fonte: Autor (2023)

Um inversor híbrido, também conhecido como inversor solar híbrido, é um dispositivo eletrônico projetado para gerenciar e controlar a energia em sistemas de energia solar fotovoltaica (Painel Fotovoltaico), em conjunto com armazenamento de energia, como baterias. Ele combina as funções de um inversor solar tradicional com as de um inversor de bateria, permitindo que um sistema solar seja mais versátil e eficiente. Aqui estão algumas características e funcionalidades comuns de inversores híbridos

Como demonstrado nas imagens 3,4,5 fazem parte de todo o sistema de qualidade da energia do hospital contando com um inversor híbrido, desta forma como dito anteriormente, ele pode operar de várias formas atendendo a demanda prevista.

5- ANÁLISE

Nosso sistema foi estruturado para manter diversos setores específicos em pleno funcionamento na falta de energia por parte da concessionária e ou a não existência de geradores de emergência.

Nossa implantação teve por necessidade a viabilidade econômica com o mínimo consumo de energia elétrica também desses setores em relação a utilização e consumo da concessionária de energia, uma vez que os seguintes setores críticos foram beneficiados sendo;

- Bloco cirúrgico.
- Unidade de Tratamento Intensiva “UTI”.
- Pronto atendimento emergencial “PA”
- Departamento de tecnologia da informação “TI”.

Descrevendo nosso sistema relativo as cargas a serem atendidas, levantamos um estudo complexo onde fora observado dimensionamentos gerais dos equipamentos sendo eles:

- Módulos fotovoltaicos.
- Cabeamento de tensão e corrente continua.
- Inversor Híbrido.
- Banco de Baterias.
- Cabeamento de tensão e corrente de saída alternada.

Sistema de proteção através de seletividade dos disjuntores e aterramento.

De modo geral, o comportamento das cargas na maioria dos setores descritos acima as mesmas são cargas de características indutivas e puramente reativas, sendo possível um perfeito balanceamento do sistema com ótima qualidade de energia dissipada eliminando perdas desnecessárias que seriam prejudiciais ao sistema. Pois em ambientes que utilizam equipamentos de baixo fator de potência e cargas não lineares, esses seriam prejudiciais ao sistema implantado sendo necessárias implantação de filtros para um melhor controle da qualidade de energia.

Foram analisados os seguintes quesitos de extrema importância sendo eles;

5.1 - Potência de geração dos módulos.

Os inversores utilizados têm por características limites máximos pré-estabelecidos pelo fabricante “GROWATT” sendo potência dos módulos fotovoltaicos de no máximo 5.5KWp (Kilo Watts Pico), Tensão DC máxima de 450VOC (Tensão

Máxima Fornecida Pelos Módulos Solares), tensão do banco de baterias de 48VDC, Potência de saída AC de 5KW com pico máximo de 10KW por 5 segundos antes que o inversor entre em proteção, e corrente máxima de carregamento do banco de baterias de 30 amperes.

Assim foram implantados em cada inversor 12 módulos fotovoltaicos de 450Wp ligados duas séries com 6 módulos / MPPT (Ligação Máxima de Módulos), em paralelo com somatório total de 5.4KWp, tensão DC de 294VOC, corrente máxima de 17.8 amperes, onde foram respeitados os limites máximos de funcionamento do inversor utilizado onde proporciona um funcionamento saudável do equipamento elevando sua vida útil.

5.2 - Dimensionamento dos condutores DC.

Nesse quesito condutores, foi feito o cálculo de queda de tensão assim como fator de perda por temperatura, fator de agrupamento obedecendo as notas vigentes e tabelas da norma NBR5410, onde chegamos a utilização dos condutores de seção igual a 6mm² com isolação especial de 1KV, resistente a 90° de temperatura e proteção UVA e UVB (Raio Solar).

5.3 - Características de funcionamento do Inversor Híbrido.

O inverso utilizado em nosso projeto, é o modelo SPF-5000 do fabricante GROWATT, sendo esse apropriada ao projeto mediante obter três tipos de entrada de energia sendo (entrada AC rede convencional, entrada DC tensão recebida dos módulos fotovoltaicos e entrada do banco de baterias de 48VDC).

O inversor possui diversos modos de funcionamento automático, sendo eles pré-definidos onde o selecionado foi o modo Sol, que dá prioridade ao carregamento das baterias pelo sol proporcionando além do armazenamento economia onde a rede da concessionária fica em standby não gerando consumo da mesma.

O inversor mantém as baterias sempre carregadas a 100% a pronto uso, pois dando prioridade sempre a energia gerada e fornecida pelos módulos fotovoltaicos, caso esses anos estejam gerando e ou não suprimindo o carregamento das baterias em dias nublados e ou a noite, o inversor automaticamente envia reforço de carregamento as baterias através da rede da concessionária até que haja incidência solar novamente.

O inversor tem sua característica de fornecimento on-line das cargas, onde é imperceptível a mudança das entradas de energia, assim mantendo o pleno funcionamento das caras sem interrupção uma vês sneos esses ligados a cargas com tensões de 127 e 220vca, em todos os setores onde fora implantado os inversores estão trabalhando com no máximo 3KWp de carga onde não há nenhum subdimensionamento em relação a carga, inversores trabalhando em regime médio de operação.

5.4 - Características Banco de Baterias.

Esse modelo de inversor necessita de tensão de bateria igual a 48VDC onde são utilizadas 4 baterias de 12VDC em série somando os 48VDC.

Sendo permitido a utilização de até 4 bancos de baterias série paralelo de no máximo 880Ah, sendo cada bateria de 220Ah (Amperes por Hora).

Implantamos esse potencial de 880Ah em cada inversor onde em plena carga com baterias novas com até 12 meses de uso, nos proporciona autonomia de 48Hs podendo se estender até 20% a mais de tempo considerando o fator de demanda e utilização de energia dos equipamentos ligados a essa rede.

Forma utilizadas baterias estacionárias de 12VDC de 220Ah com características de descarga lenta com afundamento máximo de 80% para vida útil de até 10.000 ciclos (Capacidade de uma bateria descarregar 100% e recarregar novamente). Obtendo o tempo máximo de carregamento das baterias caso tenha afundamento de 100% uma média de 8hs de sol para o carregamento a 100% novamente.

Analizamos a importância de um plano de manutenção dos bancos de baterias, onde uma vez sendo implantação hospitalar em setores críticos de suporte a vida, seria necessária verificação diária com aferição individual de cada bateria sendo inspeção visual da coloração da água de bateria, onde pela indicação do fabricante estando essa coloração 'Verde' a água está em perfeito estado de funcionamento, caso branca ou preta deverá ser substituída imediatamente.

Assim também manutenção preventiva é provida da utilização de um aparelho que testa a residência interna das baterias indicando baixo rendimento onde caso seja esse percentual menor que 80% por segurança a mesma também deverá ser substituída.

Porém com o passar do tempo observamos que as baterias sendo substituídas antes do período de garantia, que geralmente são 13 meses não temos com o que se preocupar, porque o índice de uma das baterias apresentar defeito é quase que 0%, mediante que também se tem redundância por ser 4 bancos ligados em série e paralelo, onde caso um venha a apresentar defeito os demais continuam em linha, caindo somente o tempo do fornecimento de energia na saída.

5.5 - Sistema de Proteção

Conforme normas vigentes, aplicamos diversos componentes para proteção do sistema de modo geral, onde prezamos por segura através do sistema de aterramento dos módulos fotovoltaicos e dos equipamentos.

Na entrada de tensão e corrente contínua vindo dos módulos implantamos um disjuntor especial para utilização somente em corrente contínua, no qual trás proteção entre os módulos fotovoltaicos e a entrada MPPT do inversor.

Assim também implantamos dispositivos contra surtos também de classe especial DC até 1000VDC assim como disjuntor para proteção da saída AC do inversor e relés de monitoramento e controle de corrente na entrada AC da concessionária no inversor.

Relé de proteção esse no qual tem por características proteger contra sub e sobre tensão, corrente máxima e distorções harmônicas, em caso que leitura de quais falhas relativas na entrada AC do o inversor o relé entra em proteção instantânea de 1ms impedindo danos ao inversor, no qual não deixa de manter as cargas em pleno funcionamento mediante obter as baterias ligadas no mesmo.

Assim também foi implantado um disjuntor de corrente contínua para proteção DC entre o banco de baterias e entrada do inversor.

5.6 – Energia Elétrica nas Instalações Hospitalares.

Neste tópico será apresentado sobre fornecimento de energia hospitalar, energia fotovoltaica, sistema de ação para falhas de energia como a energia elétrica é fundamental para a operação de uma unidade hospitalar.

5.6.1 – Quais Setores necessitam de fornecimento contínuo de Energia Elétrica.

Diante do cenário hospitalar, ao decorrer dos anos dentro da área e observando a importância de um backup de energia em setores como; centro cirúrgico, ctis, utis e sistema de dados. Tais setores são de extrema importância estarem 100% em funcionamento a qualquer hora, minuto e segundo de um hospital, pois suas paradas Causam Sérios Transtornos Para Os Pacientes, Usuários Colaboradores.

Pois primeiramente visando sempre a segurança do paciente, todos os itens citados em pleno funcionamento formam uma engrenagem vital pela corrida da vida.

Analisando um processo de atendimento clínico hospitalar de baixa complexidade temos os seguintes passos a serem seguidos que são: (PORTARIA Nº 2.395, DE 11 DE OUTUBRO DE 2011)

1. Retirada da ficha de atendimento onde o paciente seleciona sua necessidade de atendimento por idade, especialidade médica e criticidade corporal “se pode esperar um pouco ou se precisa ser atendido com maior rapidez”.
2. Paciente será chamado para fazer a ficha através do sistema informatizado de banco de dados.
3. Paciente será chamado para a triagem que serão avaliados sinais vitais e verdadeira necessidade de prioridade ou não de atendimento.
4. Paciente será chamado pelo profissional médico que por mais uma vez utilizará do sistema informatizado para relatar as queixas do paciente e se necessária abertura de pedido de exames e ou procedimentos direitos.
5. Após a consulta, o paciente será liberado levantamento em mãos orientações médicas, atestado e ou receituário para aquisição de medicamento.

Resumimos acima um passo a passo de um atendimento de baixa complexidade no qual do início ao fim foi de extrema importância a utilização da energia elétrica. Bem como por ser um atendimento de baixa complexidade certamente somente anotações em papel seria possível o atendimento médico sem a necessidade do sistema de informática. Porém se necessários exames simples como raio x já não seria possível a realização sem a eletricidade.

Analisando um processo de atendimento clínico hospitalar de média complexidade, temos os seguintes passos a serem seguidos que são os mesmos primeiros passos anteriores, porém como a necessidade de realização de exames de análises clínicas e laboratoriais para realização de algum tipo de procedimento em centro cirúrgico a ser programado o mais breve possível para que não ocorra o agravamento da saúde do paciente. (PORTARIA Nº 2.395, DE 11 DE OUTUBRO DE 2011)

Analisando um processo de atendimento clínico hospitalar de alta complexidade, temos os seguintes passos a serem seguidos que são: (PORTARIA Nº 2.395, DE 11 DE OUTUBRO DE 2011)

Paciente acometido por um acidente grave e ou mal súbito no qual chega na unidade hospitalar inconsciente sendo direcionado diretamente para unidade de pronto atendimento para intervenções imediatas. Pois será o mesmo acometido na maioria das vezes por inserção de respirador, monitor de pa e oxímetria, reanimação através de aparelho desfibrilador, suturas e mobilização de membros.

Após as mobilizações citadas, o paciente será imediatamente levado a uma cirurgia de urgência e ou até mesmo para um acompanhamento diretivo de um centro de tratamento intensivo “cti”.

Percebemos mais uma vez que a utilização da energia elétrica se fez vital para o paciente, sem a utilização da energia elétrica seria quase que impossível a realização de um atendimento de excelência para salvar a vida do paciente. Pois de imediato na maioria dos casos emergenciais a utilização do desfibrilador e respirador se faz necessário.

5.6.2 - A importância do Sistema de informática dentro de uma unidade Hospitalar.

Em um hospital, a velocidade e qualidade dos dados significa salvar vidas, pois o fato de todas as informações dos pacientes estarem disponíveis para acesso para o acesso de seu médico a qualquer momento, de forma rápida pode fazer muita diferença em um atendimento. No sistema hospitalar é armazenado praticamente todas as informações importantes relacionadas ao paciente, seus diagnósticos de imagem, seus exames laboratoriais, sua evolução, anotações de enfermagem, aferições, descrições cirúrgicas, medicamentos utilizados e todo histórico do seu

tratamento, tudo isso está armazenado e pronto para ser consultado de forma rápida e segura.

Imagine que um pesquisador precise fazer um estudo com todos os pacientes que fizeram determinada cirurgia nos últimos 10 anos, desses pacientes precisa relacionar quais medicamentos foram utilizados e todos os resultado de seus exames, para fazer essa pesquisa da maneira antiga em prontuário de papel demoraria meses ou até anos, mas com um prontuário eletrônico utilizando seu banco de dados esse trabalho pode ser feito em minutos, com uma qualidade muito melhor onde elimina erros de anotação ou digitação que geralmente ocorrem em pesquisa feitas no papel.

Administrativamente a utilização do banco de dados também é de extrema importância, dados de faturamento, estoques, custos e recursos humanos ajudam nas decisões e investimentos, com base nos dados históricos desses setores podemos por exemplo dimensionar melhor os recursos humanos, medicamentos e materiais utilizados no dia a dia, evitando que eles venham a faltar num momento de necessidade. Diante desses relatados, mais uma vez observa a extrema necessidade do fornecimento contínuo da energia elétrica em salvar vidas. (PORTARIA Nº 2.395, DE 11 DE OUTUBRO DE 2011)

Também não podemos deixar de citar os avanços nos algoritmos de inteligência artificial, que utilizando aprendizado de máquina, analisam os dados históricos e “aprendem” os padrões de exames e sintomas, conseguindo auxiliar em diagnósticos e detecção de doenças, fazem associação de sintomas e alertam sobre mudanças no quadro dos pacientes, com novos avanços nessas tecnologias será possível ao sistema fazer previsões e sugerir tratamentos.

6- ANÁLISE TÉCNICA.

Atendendo todas as necessidades das normas vigentes as instalações hospitalares de alta complexidade, a implantação do inversor híbrido foi um sucesso mediante ao cenário apresentado.

O sistema trouxe maior confiabilidade por ser robusto podendo ser ligado para manter quaisquer tipos de carga de puramente resistiva a cargas indutivas, como também economia de energia, economia no número de baterias, rápida transferência não ocasionando desligamento de nenhum aparelho, podendo ser interligado em paralelo com vários outros do mesmo modelo e facilidade no monitoramento. No quesito estabilidade, o sistema se mantém com senoide de tensão alternada perfeita,

com níveis de tensão de 127 e ou 220Vca, podendo ser monofásico ou trifásico. Ajuste de compensação automática que sustenta o fluxo de carga sem afundamento brusco equalizando e mantendo as correntes de fornecimento mesmo em partidas de cargas que exigem picos.

O sistema também é provido de um conjunto completo de refrigeração, onde o mesmo tem coolers que são acionados automaticamente de acordo com o aumento de temperatura do equipamento, onde o equipamento se torna confiável trabalhando sempre em temperatura ideal eliminando falhas por sobreaquecimento no qual é um diferencial para o mesmo. Consideramos também que tecnicamente o sistema é de simples instalação, proporciona agilidade na instalação e utilização de pouca mão de obra. Assim também o sistema é compacto no qual com a evolução da tecnologia onde hoje já se pode utilizar bateria de íons de lítio que são compactas e mais duráveis proporcionando maior número de ciclos que é o principal fator a ser observado em um banco de baterias. Comparando tecnicamente com demais sistema de backup esse sistema gera baixo ruído, ocupa pouco espaço, proporciona economia no consumo de energia por parte da concessionária, é de simples manutenção e alta confiabilidade.

Segue descrição dos custos de implantação do sistema aplicado conforme detalhes descritos nesse trabalho.

- 04- Inversores 5KW (R\$ 7.200,00un / Total R\$ 28.800,00).
- 48- Baterias Moura 220Ah (R\$1.250,00un / Total R\$60.000,00).
- 48- Módulos fotovoltaicos 450W (R\$ 990,00un / Total R\$ 47.520,00).
- 01- Materiais diversos de instalação (R\$ 20.000,00).
- 01- Valor do projeto (R\$ 15.000,00).
- 01- Valor mão de obra instalação (R\$ 30.000,00)

- Total Geral da Implantação **R\$ 201.320,00**

7.1- VIABILIDADE ECONOMICA DO SISTEMA

. Consumo mensal dos setores em questão x Sistema Implantado.

Bloco Cirúrgico – 6000 KWh mês – após implantação do sistema (5100 KWh).

CTI – 4000 KWh mês – após implantação do sistema (3100 KWh).

PA – 3500 KWh mês – após implantação do sistema (2600 KWh).

TI – 3000 KWh mês – após implantação do sistema (2100 KWh).

“Os inversores implantados geram em média 900 KWh mês”.

Economia mês geral em valores de moeda em média de R\$ 3.600,00.

Payback do sistema implantado – 56 meses.

7- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que nossas análises e estudos em relação a todos os processos hospitalares nos deu ampla visão da verdadeira necessidade da energia elétrica continua e de qualidade nos hospitais em geral. Sendo um projeto aprovado no qual já gera imensa satisfação aos usuários, médicos e principalmente aos pacientes nos quais são o foco principal garantido a eles segurança nos procedimentos hospitalares de baixa a alta complexidade.

No presente trabalho, abordamos o tema do backup de energia em hospitais, com foco na implantação de um sistema de inversor solar híbrido como solução para a falta de energia em áreas críticas dessas instituições. Ao longo da pesquisa e da análise dos resultados, constatamos que a implementação desse sistema foi um sucesso na resolução desse importante problema.

Inicialmente, estabelecemos os objetivos de investigar as principais dificuldades relacionadas à falta de energia em hospitais e propor uma alternativa viável e sustentável para lidar com essa questão. Por meio de uma revisão abrangente da literatura e da análise de casos de estudo, pudemos compreender as implicações críticas da interrupção do fornecimento de energia em áreas essenciais de um hospital e os desafios enfrentados pelas equipes médicas nesses momentos.

A partir desse embasamento teórico, nos dedicamos à pesquisa e a implantação de um sistema de inversor solar híbrido, que integra a energia solar fotovoltaica com uma solução de backup tradicional. Nossa abordagem levou em consideração aspectos técnicos, econômicos e ambientais, buscando garantir um suprimento de energia confiável e sustentável para áreas críticas do hospital, mesmo em situações de falta de energia da rede.

Após a implantação do sistema de inversor solar híbrido no hospital objeto de estudo, foram realizadas medições e coletadas informações relevantes para avaliar o desempenho e a eficácia da solução proposta. Os resultados obtidos foram extremamente encorajadores, demonstrando que o sistema foi capaz de suprir de

maneira eficiente e confiável a demanda de energia nas áreas críticas durante interrupções na rede elétrica.

Além dos benefícios imediatos proporcionados pelo sistema de inversor solar híbrido, como a continuidade das operações médicas e a garantia da segurança dos pacientes, identificamos também vantagens econômicas significativas. A redução dos custos com energia elétrica, tanto a curto como a longo prazo, aliada à sustentabilidade ambiental, torna a implantação desse sistema uma escolha vantajosa para hospitais e instituições de saúde em geral.

Apesar do sucesso alcançado, é importante reconhecer que qualquer implementação tecnológica apresenta desafios e limitações. Nesse sentido, destacamos a importância contínua da manutenção adequada do sistema, do monitoramento constante e da capacitação das equipes envolvidas. Além disso, sugerimos que estudos futuros possam explorar outras soluções complementares e aprimorar ainda mais a eficiência e a capacidade de resposta desses sistemas de backup de energia em hospitais.

Em suma, a implantação do sistema de inversor solar híbrido revelou-se uma solução promissora e eficaz para resolver o problema de falta de energia em áreas críticas de hospitais. A integração da energia solar fotovoltaica com um sistema de backup tradicional demonstrou-se viável tecnicamente, economicamente atrativa e ambientalmente sustentável. Esperamos que os resultados desta pesquisa possam contribuir para o avanço do conhecimento na Engenharia Elétrica em geral.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: iluminação de interiores**. Rio de Janeiro: 1992.

ABNT. **NBR 13534: instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde – requisitos para segurança**. Rio de Janeiro: 1995.

ABNT. **NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: 2004.
ADMINISTRAÇÃO CENTRAL DO SISTEMA DE SAÚDE, IP. ACSS: recomendações e especificações técnicas do edifício hospitalar. Lisboa: 2011.

BRITISH STANDARDS EUROPEAN STANDARD. BS EN 61558-1: **safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products**. 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. RDC 50: **regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. Rio de Janeiro: 2002.

SILVA, Juliana. **Sistema de armazenamento de energia elétrica em Smart Grids**. 2020

LIMA, Flávia. **Sistema de armazenamento por baterias**. A Revista o Setor Elétrico, São Paulo - SP, 2023.

LEITE, Alessandra. **Armazenamento de energia na prática**. A Revista O Setor Elétrico, São Paulo - SP, 2023.

Flores, Marcelli. **Sistema de armazenamento de energia vinculqdos ao sistema elétrico de potência: Uma análise das possibilidades e obstáculos**. Lajeado - RS, 2023

Armazenamento de energia elétrica. Agência Nacional de Energia Elétrica, Centro de Documentação. – Brasília: ANEEL : CEDOC, abr. 2022.

SILVA, Rogério. **Novas Tecnologias e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de setor elétrico janeiro: Ipea, 1990.**

Cantane, D. A., Ando Junior, O. H., Hamerschmidt, M. B., et al. **Tecnologias de Armazenamento de Energia Aplicadas ao Setor Elétrico Brasileiro. Editora Scienza, São Carlos - SP, Brasil, 2020.**

Gimenes, A. L. V., Udaeta, M. E. M., Di Santo, S. G., Di Santo, K. G., et al. **Armazenamento de energia: Abordagens sistemáticas referentes aos sistemas elétricos de potência. Paco e Littera, 2020.**

André Luiz Veiga Gimenes, et al. **Armazenamento de Energia: Abordagens sistemáticas referentes aos Sistemas Elétricos de Potência - 1. Ed, Paco Editorial, Jundiaí - SP, 2020.**