IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS APÓS IMPLANTAÇÃO DE UMA NANORREDE DE DISTRIBUIÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA EM UMA COMUNIDADE ISOLADA NA AMAZÔNIA

João Durval Souza Marruaz da Silva – joao.marruaz.silva@itec.ufpa.br
Mayron Robert Souza Pantoja
Pedro Bentes Lobato
Marcos André Barros Galhardo
Wilson Negrão Macêdo
Universidade Federal do Pará, Grupo de Estudo e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas

Resumo. *A tecnologia solar fotovoltaica tem sido considerada uma das alternativas para suprimento de eletricidade em comunidades remotas, com características isolada e distante da rede elétrica convencional. No Brasil, os sistemas fotovoltaicos utilizados no fornecimento de energia nessas localidades, seja por sistema individual ou microssistemas de distribuição, são implementados quase que exclusivamente para a alimentação de cargas em corrente alternada por meio do uso de inversores. Diante a este cenário, o Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas, da Universidade Federal do Pará, desenvolveu e implantou um projeto de uma Nanorrede de Distribuição em Corrente Contínua (NDCC) em uma comunidade ribeirinha situada na Ilha das Onças, no município de Barcarena, estado do Pará. Esse sistema é constituído de várias subunidades de geração e armazenamento distribuídos ao longo da rede e prioriza o uso de cargas em corrente contínua. O presente artigo tem como objetivo avaliar impactos socioeconômicos que o projeto gerou na comunidade atendida pela NDCC ao longo de dois anos de operação com base na aplicação de pesquisa quantitativa ao responsável familiar de cada edificação, verificando a influência na economia, bem-estar e educação, bem como sua aceitabilidade por parte dos moradores contemplados. De acordo com os resultados encontrados, a tecnologia introduzida provocou mudanças significativas na qualidade de vida da comunidade, proporcionando também ganhos econômicos oriundos da acessibilidade à energia elétrica com suprimento mais prolongado, mais resiliente e com menor impacto ambiental. Destaca-se ainda após implantação do projeto a possibilidade do uso de refrigeradores para conservação de alimentos, maior continuidade na iluminação noturna, uso de máquinas para o beneficiamento do açaí e de modem para o acesso à internet, os quais vem permitindo um avanço contínuo na qualidade de vida e educacional aos moradores.*

Palavras-chave: *Nanorrede, Sistemas Isolados, Avaliação Socioeconômica.*

1. INTRODUÇÃO

A problemática de acesso à eletricidade em regiões remotas e de baixa densidade populacional ainda é muito presente no cenário nacional. Nesse sentido, localidades mais distantes dos grandes centros de distribuições acabam por não usufruir deste direito em razão dos elevados custos associados à extensão da rede elétrica convencional em regiões isoladas (Peters *et al.*, 2019). Dessa forma, o uso de microrredes de distribuição de energia em regiões rurais apresenta-se como uma alternativa para o acesso à energia nestes locais ao oferecer uma solução de baixo custo quando comparado com os métodos convencionais de eletrificação (Kothari *et al.*, 2022).

Apesar de estar localizada em uma área privilegiada para a aplicação de sistemas que fazem uso de geração solar fotovoltaica, várias localidades remotas na região amazônica ainda sofrem com a falta de investimentos em projetos voltados para este tipo de tecnologia (Torres, 2019). Entretanto, mesmo com essa dificuldade, houve um crescimento no desenvolvimento de programas deste segmento. Sob a diretiva de programas governamentais como o Luz para Todos, concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica no Brasil ficaram responsáveis pela implantação e operação de sistemas de geração de energia descentralizados em regiões remotas e isoladas, sejam sistemas individuais, como é o caso dos Sistemas Individuais de Geração com Fontes Intermitentes (SIGFI), ou como redes isoladas, representados pelos Microssistemas Isolados de Geração e Distribuição de Energia Elétrica (MIGDI).

Além disso, é essencial a busca por melhoria ou métodos visando ao suprimento de eletricidade mais eficiente em localidades remotas, especialmente na Amazônia; nesse contexto, como exemplo, a concessionária Eletrobras Amazonas Energia – AmE, em conjunto com o Ministério de Minas e Energia – MME, elaborou um projeto especial com o uso de minicentrais de geração distribuída, implantando miniusinas fotovoltaicas em doze comunidades no estado do Amazonas. Araújo (2015) estudou o impacto deste projeto em uma das comunidades aplicadas, visando avaliar sua aceitabilidade e sustentabilidade social, econômica e ambiental. Ressalta-se que, em todos esses sistemas, o suprimento de energia elétrica se dá totalmente em corrente alternada (c.a.).

Como apresentado em Soltowski *et al.* (2022), em determinadas localidades a disponibilização de uma quantidade mínima de energia elétrica é capaz de promover aumento significativo na qualidade de vida da população beneficiada.

Nesse trabalho, sistemas individuais foram adaptados para formar uma rede de distribuição de energia elétrica a partir de um sistema inteligente intitulado *Energy Box*, o qual possibilitou o uso de equipamentos essenciais de baixa potência para suprir demandas de energia essenciais de oito residências no vilarejo de Murambi, na província de Ruanda.

Babalola *et al.* (2022) mostra que a chegada da eletricidade proporciona outras mudanças positivas para uma comunidade, como o aumento da renda populacional de determinada região. O estudo, realizado em aldeias da Nigéria, observou os impactos socioeconômicos que o acesso à eletricidade pode proporcionar a uma comunidade, onde destacou-se a criação de pequenas empresas e micro empreendimentos como barbearias e restaurantes, o que provocou o crescimento do setor comercial na região.

Outro ponto de destaque é o impacto positivo que o uso de sistemas fotovoltaicos (SFV) está associado no âmbito da preservação do meio ambiente. Mesmo que ainda exista discussão quanto às formas de fabricação e descarte de componentes de um SFV, o uso desses sistemas é fundamental no processo de redução de descarbonização da matriz energética mundial (Alves, 2019). Além disso, estes possuem capacidade para substituir ou reduzir o uso de geradores a combustível fóssil em comunidades isoladas, principal fonte de energia nessas localidades.

Dado que o desenvolvimento de uma população está diretamente associado à disponibilidade de eletricidade em razão da melhora da qualidade de vida que esta proporciona, o aumento da utilização de sistemas isolados é essencial para o avanço da integração energética de populações com difícil acesso a este recurso, o qual é possibilitado por meio do desenvolvimento de pesquisas que proporcionam tecnologias mais confiáveis e com maior custo-benefício para grupos mais desprovidos de recursos econômicos (Iema, 2023). Nesse sentido, o uso de SFV oferece a possibilidade de uma melhora no fornecimento de energia em tais localidades e, como resultado, uma melhora na qualidade de vida da população (Nunez, 2021).

Nesse contexto, o Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE/UFPA) vem desenvolvendo um projeto em uma comunidade ribeirinha da Ilha das Onças, localizada no município de Barcarena, no estado do Pará, sem acesso à rede de energia elétrica convencional, por meio do emprego de uma Nanorrede de Distribuição em Corrente Contínua (NDCC) com geração solar fotovoltaica e sistemas de armazenamento distribuídos, que visa aumentar a confiabilidade do suprimento de eletricidade. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo explorar alguns impactos sociais e econômicos observados como consequência deste projeto ao longo de dois anos de operação a partir de uma pesquisa de campo realizada com os moradores da localidade que utilização a NDCC. O presente trabalho está divido da seguinte forma: na seção 2, descreve-se brevemente a nanorrede implementada na comunidade; a seção 3 descreve a metodologia empregada durante a elaboração desta pesquisa; a seção 4 apresenta a análise dos dados levantados; por fim, apresenta-se as conclusões derivadas deste trabalho.

2. BREVE DESCRIÇÃO DA NDCC

A NDCC desenvolvida e implementada pelo GEDAE é composta por 7 subsistemas de geração e armazenamento (SGA) interconectados por meio de um barramento de distribuição de 24 V nominais que atende 9 residências. Além disso, a NDCC conta com uma estação de recarga de 1600 Wp, projetada para o carregamento de um protótipo de embarcação elétrica de pequeno porte, a qual opera conectada à NDCC fornecendo energia à rede mesmo quando o banco de baterias da embarcação não está conectado, permitindo que ela contribua para o atendimento da rede sempre que houver disponibilidade de recurso solar. A Fig. 1 exibe a extensão da rede c.c., totalizando aproximadamente 220 m de comprimento, bem como os pontos de geração e as edificações atendidas na comunidade do Rio Piramanha da Ilha das Onças.

A NDCC apresenta uma capacidade total de geração de aproximadamente 5600 Wp e uma capacidade total de armazenamento de 28800 Wh. Tanto a capacidade de geração quando de armazenamento encontram-se distribuídos ao longo de toda a rede c.c., tal como mostrado na Fig. 1.

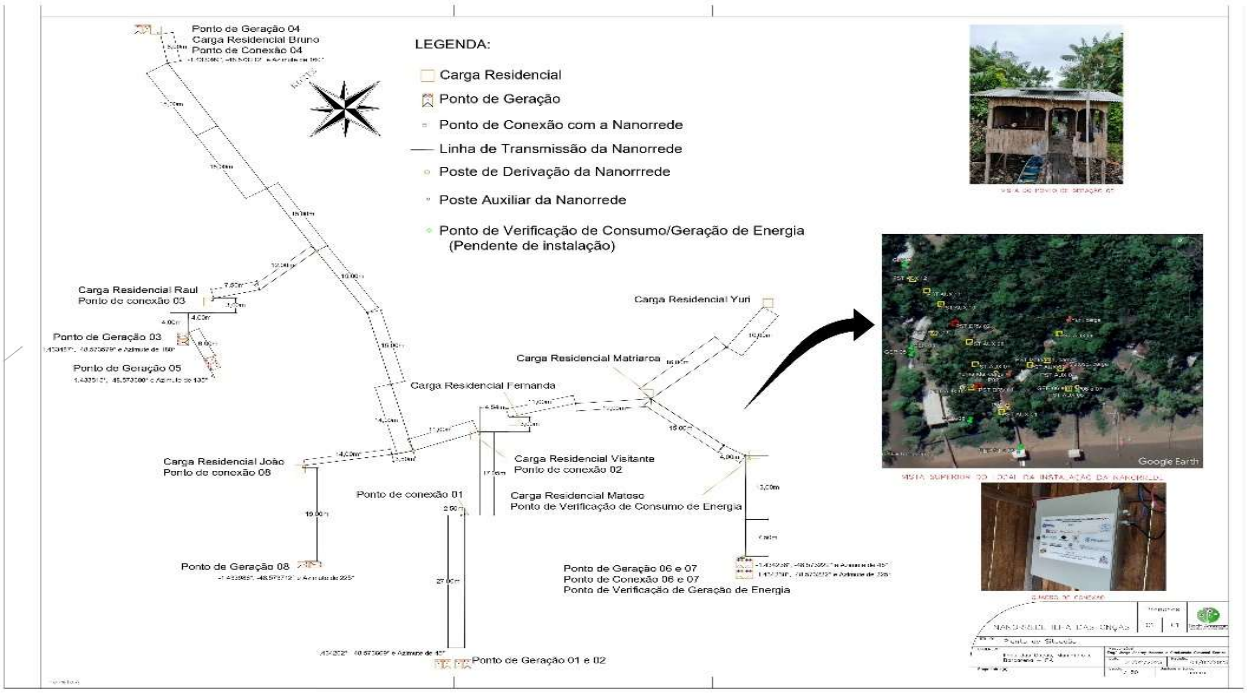

Figura 1 - Distribuição da nanorrede na comunidade situada na Ilha das Onças. Adaptado de: Tech Amazon.

3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, realizou-se na comunidade uma pesquisa quantitativa tomando-se algumas das seções de um questionário aplicado no âmbito do projeto de pesquisa denominado de "Resiliência Energética", executado entre a Universidade de Bristol, GEDAE/UFPA e Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM). O projeto, juntamente com o questionário antes de ser aplicado, foram submetidos ao Comitê de Ética em Pesquisa, obtendo parecer de aprovação, Número CAAE 58537222.9.1001.8117.

A entrevista foi realizada com cada responsável familiar das residências supridas pela NDCC, considerando-se no presente trabalho os seguintes dados do questionário: quanto à localidade e o sistema; quanto à economia; quanto ao lazer; quanto à educação; e quanto a questões ambientais. Cada tópico obtido no questionário foi desenvolvido para ser analisado individualmente e posteriormente, correlacioná-los.

Na seção referente à localidade e sistemas, foram coletadas informações sobre a naturalidade do participante e há quanto tempo o entrevistado tem utilizado energia elétrica em sua residência. A realização destas questões permitiu analisar as adaptações das pessoas que se mudaram para esta comunidade, a experiência que adquiriram neste local e as mudanças presenciadas no cotidiano ao longo dos anos em relação à energia elétrica. Além disso, buscou-se saber qual tipo de sistema os entrevistados usavam a partir do momento que tiveram acesso à eletricidade.

No tópico referente à economia, foram colhidas informações sobre os gastos que um morador da comunidade possui com eletricidade, além de averiguar se alguma residência apresenta alguma forma de pequeno negócio para contribuir para renda mensal familiar.

Além disso, foram coletados dados relacionados às atividades de lazer que, após a implantação da NDCC, puderam ser realizadas na região e sobre o impacto que esta possui na educação dos moradores. Estas questões foram incluídas para explorar a forma como a implementação da NDCC afetou a vida desta comunidade, proporcionando mais acesso à educação e ao lazer por meio da utilização de internet, TV, entre outros.

Por fim, aplicaram-se questionamentos relacionadas aos gastos que os moradores possuíam com o uso dos geradores à combustão de diesel ou gasolina, e as consequências que a NDCC proporcionou após sua instalação.

4. ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Localidade e sistema de eletrificação utilizado

A primeira etapa da pesquisa elaborada compreendeu a realização de questionamentos quanto à naturalidade dos entrevistados que hoje vivem na comunidade com o intuito de saber se antes da moradia na Ilha das Onças o entrevistado já possuía alguma forma de acesso à eletricidade. A partir das respostas obtidas, constatou-se que sete são oriundos da

comunidade e dois são naturais das cidades de Belém e Barcarena, no Estado do Pará. Após isso, questionou-se há quanto tempo estes têm contado com algum tipo de acesso à eletricidade, como é mostrado na Fig. 2.

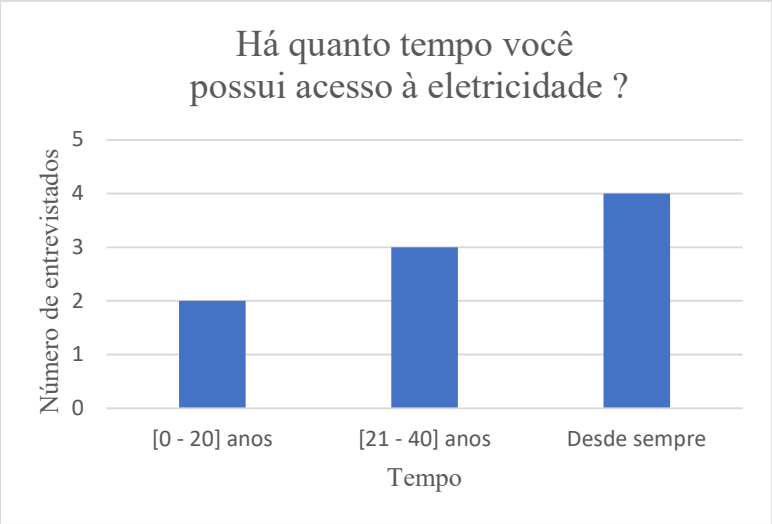

Figura 2 - Faixa temporal de acesso à eletricidade dos entrevistados.

Nem todos os entrevistados possuíam algum sistema de fornecimento de eletricidade ao longo de toda a vida, como mostra a Fig. 2. Apesar de 4 entrevistados afirmarem possuir desde sempre acesso à eletricidade, a maioria relatou não gozar deste direito. Os moradores que sempre tiveram acesso relataram fazer uso, antes da NDCC, de moto geradores à gasolina ou diesel para possuir acesso à eletricidade. Nesse contexto, a implantação da NDCC trouxe conforto e segurança para os moradores como uma fonte de energia de maior continuidade quando comparada ao uso de geradores à combustão.

A análise dos dados obtidos nesta seção permite concluir que parte significativa dos moradores da comunidade obtiveram acesso à energia elétrica tardiamente e, na maioria dos relatos, por meio da utilização de geradores à diesel. Destaca-se a negativa experiência relatada pelo uso dos geradores, haja vista os relatos de gastos excessivos para manutenção e abastecimento do equipamento, o que resultava na limitação de seu uso, além da poluição sonora provocada pelo gerador.

Outro aspecto analisado neste momento foi a confiança que os usuários da NDCC possuíam com este tipo de sistema. Neste sentido, todos os entrevistados declararam que, entre os sistemas utilizados, a NDCC é a mais confiável e econômica (houve a redução de gastos com energéticos pelos moradores). Dentre os motivos relatados para a experiência positiva com a NDCC, destacou-se a possibilidade utilização de energia elétrica por muito mais tempo (na maioria dos dias por 24h), e no desenvolvimento de atividades diárias. A Fig. 3 exibe os impactos positivos relatados.

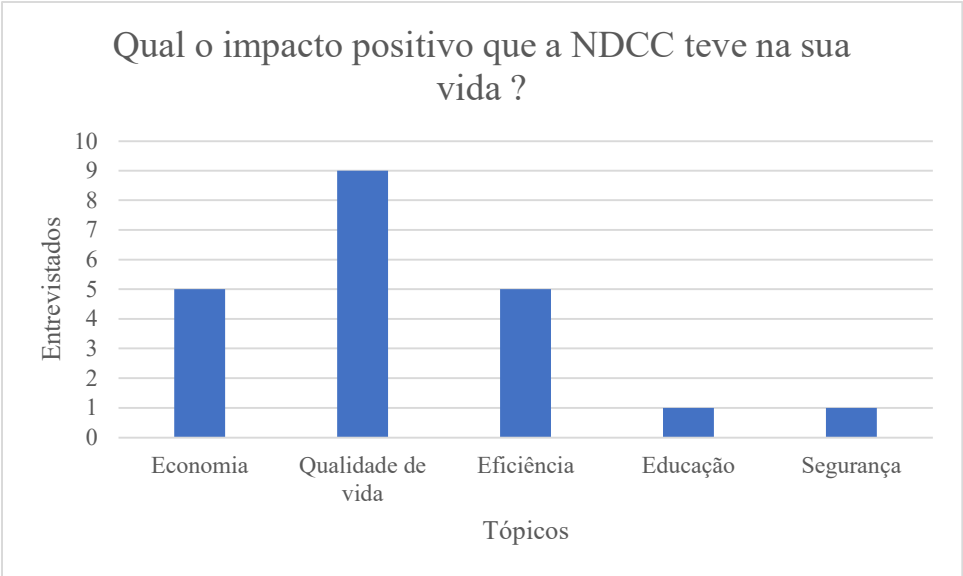

Figura 3 -Impactos positivos da NDCC na vida dos entrevistados.

O aspecto mais notável na transformação vivenciada pela comunidade foi a melhoria na qualidade de vida de seus habitantes, atribuído principalmente ao uso de equipamentos eletroeletrônicos nas residências. Este avanço permitiu um incremento, por exemplo, no conforto doméstico e uma melhoria nas condições de saúde e bem-estar, especialmente pela possibilidade de refrigeração de alimentos por meio do uso de refrigeradores e *freezers*, algo que anteriormente era realizado pela compra diária de gelo. Adicionalmente, houve um aumento significativo na quantidade e eficiência dos pontos de iluminação noturna em toda a comunidade. Este desenvolvimento tem impactado positivamente o cotidiano dos moradores, estendendo a duração das atividades diárias, melhorando a segurança durante a noite e proporcionando condições favoráveis para a educação e o lazer após o anoitecer.

Foi relatado também maior sensação de segurança ao fazer uso da eletricidade após a instalação da NDCC quando comparado ao uso de geradores. Além disso, observou-se melhoria na educação dos moradores em razão da possibilidade de uso de equipamentos eletrônicos que auxiliem o estudo dos moradores.

Outro ponto observado é o uso mais frequente de refrigeradores em contrapartida ao período pré-instalação da NDCC, onde parte dos moradores utilizava isopor e gelo para a conservação de alimentos ou fazia o consumo imediato em razão da necessidade de desligar o eletrodoméstico para poupar energia ou da insuficiência de combustível para o uso contínuo do gerador.

4.2. Economia

Para entender o impacto que a NDCC proporcionou aos moradores da comunidade no âmbito econômico, questionou-se a respeito da principal fonte de renda dos entrevistados, se eles possuem algum tipo de negócio familiar e se este requer o uso de energia elétrica para operar.

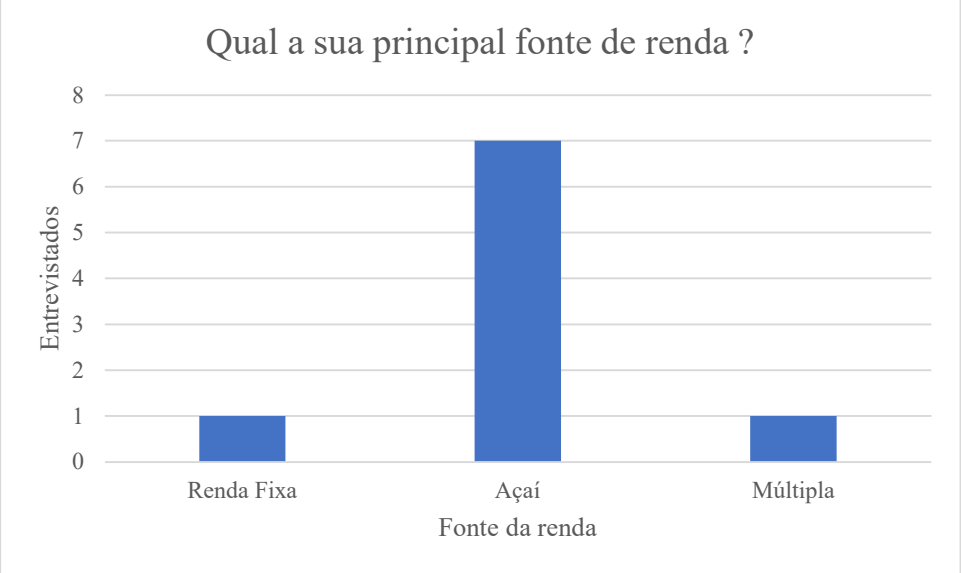

Figura 4 - Renda dos moradores.

Ao analisar as repostas dos entrevistados relacionadas às fontes de renda, destaca-se que a venda de açaí (*Euterpe oleracea)* é a que se sobressai. A venda deste fruto é muito alta na região, principalmente na forma de suco, popularmente chamada de "vinho". Para isso, há a necessidade do armazenamento e conservação deste alimento para sua venda; nesse aspecto, a atual disponibilidade energética na ilha, resultado da implementação da NDCC na localidade, impactou de forma positiva a fonte de renda dos moradores, aumentando as formas da venda do açaí na comunidade ao permitir o armazenamento deste produto sob refrigeração, se necessário.

Embora as fontes de renda dos moradores apresentada na Fig. 4 não necessitem obrigatoriamente da NDCC instalada na localidade, o impacto dela é significativo na economia em razão do custo evitado com gastos de combustível que ela proporciona e da criação ou melhoria de negócios familiares para o impulsionamento da renda familiar, como pode ser visto na Fig. 5a. Esta ação de crescimento da economia local foi um dos destaques em Babalola *et al.* (2022), o qual mostra como a instalação de uma rede isolada na localidade afetou positivamente a economia da comunidade nigeriana. Na Figura 5b, destaca-se como a NDCC contribuiu de forma positiva para conservação de alimentos em razão da possibilidade de uso contínuo de refrigeradores, algo anteriormente inviável para os moradores em razão dos elevados gastos com combustível e da poluição sonora advinda do gerador.

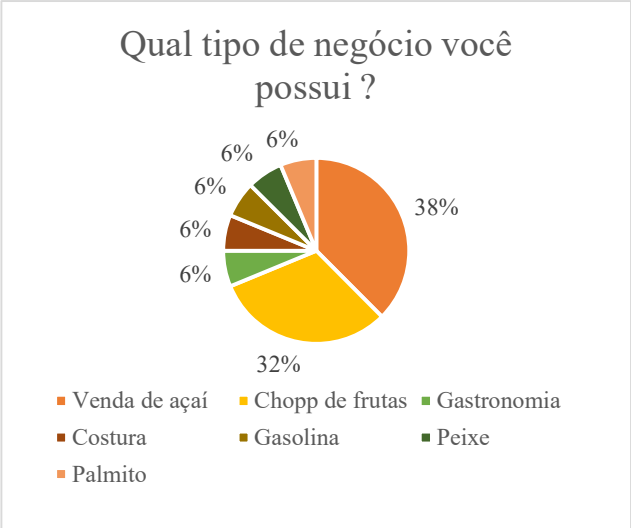

Figura 5a - Tipos de negócios dos moradores.

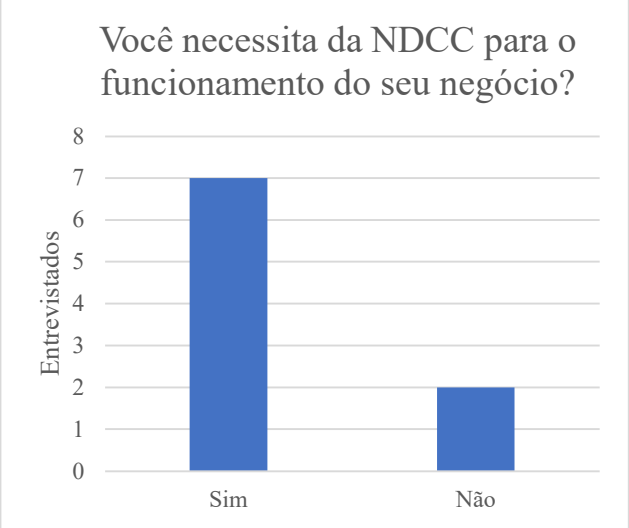

Figura 5b - Impacto da NDCC nos negócios.

Na Fig. 5a, verificam-se alguns tipos de negócios familiares gerenciados pelos entrevistados; vale destacar que alguns destes foram iniciados somente após a implementação da NDCC, como a venda de *chopp* de frutas e a venda de alimentos pela comunidade, dado que estes requerem o uso de eletrodomésticos de refrigeração para seu funcionamento. A Fig. 5b mostra que a maioria dos moradores requer a nanorrede para manter o funcionamento de seu negócio. Ademais, outros empreendimentos foram impulsionados pela NDCC, como a venda de peixe na região por causa da refrigeração, o que possibilitou a melhor conservação deste produto. Outro ponto importante destacado em face da maior disponibilidade de energia que nanorrede proporciona em comparação ao uso de geradores à combustão, foi a utilização da máquina de costura elétrica, a qual um dos entrevistados relatou utilizar para uso de lazer e como forma de obter renda extra.

Dentre as famílias entrevistadas, uma delas faz uso da NDCC no acionamento de uma máquina de açaí para beneficiamento e comercialização deste, e outras quatro fazem uso deste mesmo equipamento para produção do açaí para consumo próprio. Outra criação de negócio familiar relatada foi um sistema de entrega em domicílio de refeições, sobremesas e outros produtos refrigerados, sendo a entrega feita por meio de embarcação. Outra família que trabalha com a venda de gasolina relatou que a maior continuidade de iluminação proporcionada pela NDCC facilitou a comercialização do produto no período da noite. Quatro famílias atualmente trabalham com a comercialização de sobremesas congeladas de frutas como cupuaçu, coco, morango, maracujá etc.; em alguns casos, a renda mensal proveniente da venda deste alimento pode chegar a R$ 2000,00 mensais, em especial durante o período letivo, onde há a maior movimentação de crianças em idade escolar pela região.

Entre todos as comercializações feita pelos entrevistados, o palmito foi o único produto vendido que não necessita de qualquer fonte de energia elétrica para sua coleta e armazenamento.

De forma semelhante ao apresentado em Peters *et al.* (2019), a NDCC suprida por energia solar fotovoltaica pode ser vista como um vetor importante não só para o aumento da qualidade de vida, mas também para mudar o panorama econômico de uma família, tornando-se esta forma de atendimento um dos investimentos futuros em eletrificação rural mais promissores em regiões remotas e de difícil acesso, em razão do impulsionamento da renda observado, o que indica que investimentos que potencializem sistemas semelhantes à NDCC instalada proporcionarão um crescimento na economia dos moradores da ilha.

4.3. Lazer

Nesta seção, buscou-se saber se a implantação da NDCC trouxe algum benefício nas horas de lazer da comunidade. Para isso, foi investigado quais as principais atividades realizadas pelas famílias entrevistadas e como elas se relacionam com o suprimento de eletricidade pela NDCC, como mostrado na Fig. 6.

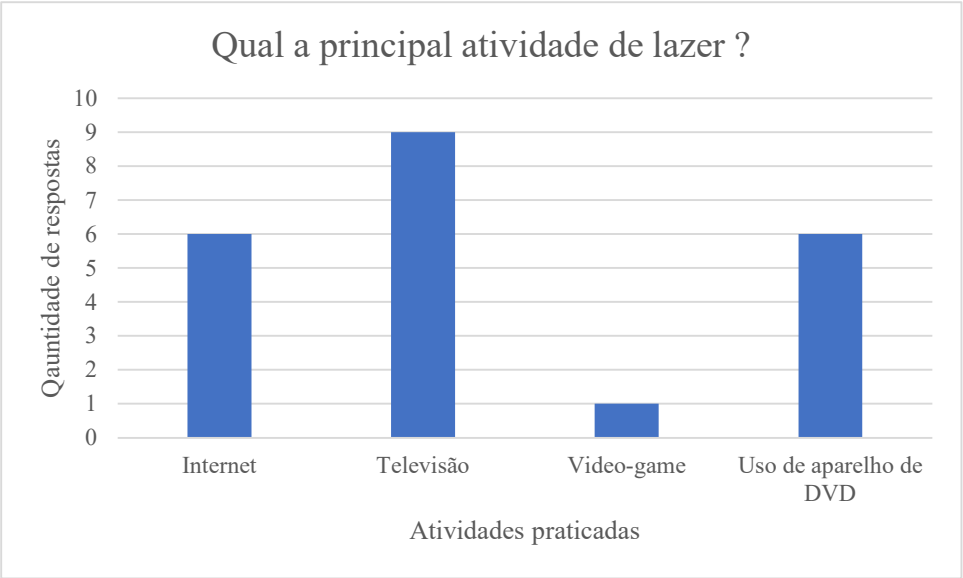

Figura 6 – Principais atividades de lazer.

Um dos pontos de análise interessante de se observar associado ao lazer da população é que todos os entrevistados informaram que seus familiares utilizam a conexão com a internet, mesmo residindo em uma região remota, o que demostra o quão benéfico o acesso à eletricidade pode ser para o acesso à informação. O uso da internet é também no âmbito da divulgação dos empreendimentos individuais, como é o caso de uma das famílias que trabalham com a venda de refeições e entrega em domicílio, pois usa a internet para divulgação e recebimento dos pedidos na comunidade.

A totalidade dos entrevistados confirmou a necessidade de uso da energia elétrica proveniente da NDCC para atividades de lazer do dia a dia. Em especial, todos relataram o uso da televisão como principal meio de entretenimento, enquanto 67% dos moradores informaram ser segunda opção para o lazer o uso da internet e outros equipamentos eletrônicos, como o aparelho de DVD. É interessante ainda destacar o uso de *videogames* na ilha, tendo em vista que o equipamento foi adquirido somente depois da implantação da NDCC.

4.4. Educação

Na análise educacional da comunidade, buscou-se verificar se houve benefícios para aumento das horas de estudos. Os questionamentos foram com relação ao uso de equipamentos elétricos para auxiliar nos estudos, utilização de iluminação elétrica ou se a implantação da NDCC na comunidade despertou interesse técnico ou acadêmico dos moradores para a área de sistemas fotovoltaicos, isto é, com o intuito de saber se algum morador deseja realizar alguma capacitação ou curso de ensino superior na área.

De acordo com a pesquisa, foi perceptível a mudança favorável que a implantação da NDCC trouxe para comunidade, pois, desde a instalação da rede, 78% dos moradores relataram fazer uso de algum meio eletrônico ou da internet para auxiliar nos seus estudos. Além disso, todos os entrevistados declararam que fazem uso da iluminação elétrica para os estudos, dado que o maior período disponível para esta atividade é noturno. Do mesmo modo, o projeto despertou interesse na área da energia solar fotovoltaica em alguns dos moradores, como mostrado na Fig. 7.

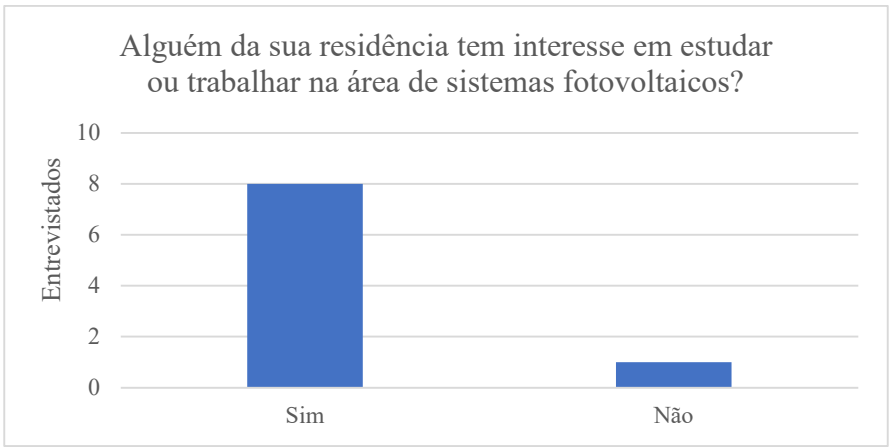

Figura 7 – Interesse na área de sistemas fotovoltaicos.

Nesse aspecto, verifica-se mais um ponto de impacto na vida dos moradores da comunidade do Rio Piramanha na Ilha das Onças, mostrando que o sistema implementado trouxe benefícios para o local.

4.5. Gastos com geradores a combustível fósseis

Com o intuito de analisar como a nanorrede reduziu o uso dos geradores à combustão, a pesquisa avaliou os gastos com combustível nesta localidade para utilização de moto geradores a diesel e de motobombas. Em uma primeira análise, percebe-se que a primeira fonte de geração de energia elétrica dos moradores foi por meio dos geradores a combustível fóssil, o que se estendeu até a implementação da NDCC. Nesse aspecto, questionou-se os gastos que eles possuíam com o abastecimento dos geradores e motobombas, os quais estão exibidos na Fig. 8. Nestes custos também estão incluídos o gasto com a manutenção do equipamento, que era feita em um período de um ano ou alguns meses.

A Fig. 7 também exibe a economia que os moradores relataram obter após a implementação da NDCC, resultado da redução de despesas com a aquisição de combustíveis fósseis.

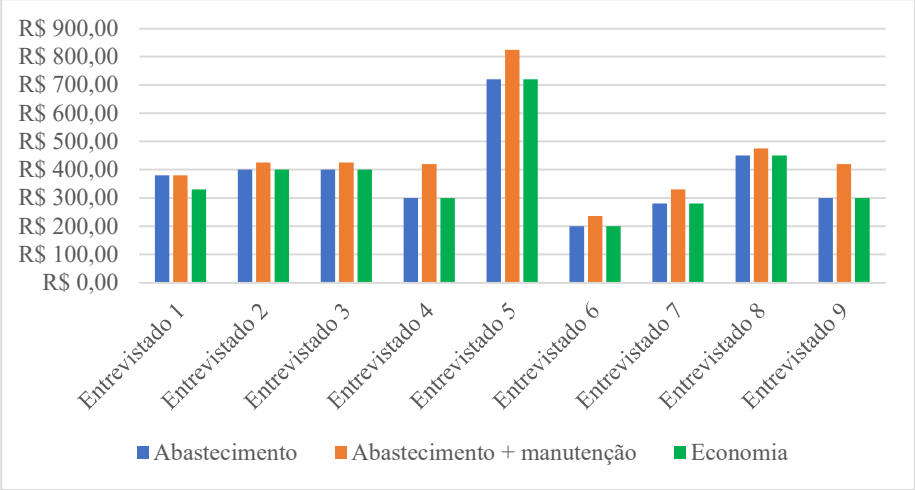

Figura 8 – Gastos para abastecimento e manutenção dos geradores.

Ressalta-se a poluição sonora resultante do funcionamento dos geradores à combustão em comparação com a operação da NDCC, a qual não emite nenhum tipo de ruído que prejudique ou desagrade os moradores da comunidade. Além disso, como mostra Canan (2022), os produtos da combustão do óleo diesel liberam gases que contribuem para o efeito estufa, além da liberação de material particulado, o qual pode provocar problemas de saúde como asma, bronquite e câncer no pulmão. Dessa forma, a utilização da NDCC contribui de forma positiva para o bem-estar da população e para o meio ambiente ao reduzir a utilização dos geradores a diesel e motobombas no local.

5. CONCLUSÃO

Por meio da aplicação e avaliação dos resultados da pesquisa de campo, identifica-se que a implantação da NDCC causou melhoria na vida dos moradores da comunidade do Rio Piramanha na Ilha das Onças. A rede implementada se mostra mais confiável para o suprimento de eletricidade e com maior disponibilidade energética, fatos estes também reconhecidos pelos moradores e registrados na pesquisa aplicada.

Ressalta-se ainda a substituição do uso do gerador a combustível fóssil, antes empregado por algumas famílias na comunidade, com a implantação e operação da NDCC, tendo o novo sistema de suprimento contribuído para a redução de despesas com combustíveis e para um menor impacto ao meio ambiente.

Igualmente, a nanorrede possibilitou aumentar o uso de eletrodomésticos nas residências, os quais impulsionaram diretamente na economia familiar dos moradores, como a conservação e produção de alimentos; além disso, com o aumento da quantidade e qualidade da iluminação noturna no local, a comercialização de produtos neste período aumentou. Ao mesmo tempo, a NDCC afetou de forma positiva no lazer da comunidade, ao permitir a utilização mais frequente de equipamentos eletrônicos para a diversão da comunidade.

Portanto, como diretivas futuras para melhorias do desempenho da NDCC e trazer mais benefícios associados ao suprimento de energia elétrica, almeja-se ampliar as instalações de bancos de baterias dispersos na NDCC, além disso, a instalação de mais módulos fotovoltaicos serão feitas para aumentar a potência que a NDCC fornece atualmente, visando, assim, futuramente melhorar mais a qualidade e disponibilidade na distribuição de energia na comunidade.

Agradecimentos
Este trabalho foi apoiado pelas seguintes agências de fomento à pesquisa: CAPES, CNPq e FAPESPA, no âmbito dos projetos 408049/2022-7 (Chamada CNPq/MCTI 25/2022 - Linha 1), 312033/2021-4 (Chamada CNPq Nº 4/2021 - Bolsas de Produtividade em Pesquisa – PQ), CV 020 /2022 (Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa – FAPESPA).

REFERÊNCIAS

Alves, M. O. L., 2019. Energia Solar: Estudo da Geração de Energia Elétrica Através dos Sistemas Fotovoltaicos On-Grid e Off-Grid. 76 P. Trabalho De Conclusão De Curso. Disponível Em: Https://Www.Monografias.Ufop.Br/Bitstream/35400000/2019/6/MONOGRAFIA_Energiasolarestudo.Pdf. Acesso Em: 01 Mar. 2023.

Araújo, C. F., 2015.Eletrificação Rural Em Comunidades Isoladas Na Amazônia: Introdução Da Energia Solar Fotovoltaica Na Reserva Extrativista Do Rio Unini, Am. 83 F. Dissertação (Mestrado Em Ciências Do Ambiente E Sustentabilidade Na Amazônia) - Universidade Federal Do Amazonas, Manaus, 2015. Disponível em: http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6158. Acesso em: 02 Mai 2023

Babalola S. O., Daramola M. O., Iwarere S. A., 2022. Socio-Economic Impacts of Energy Access Through Off-Grid Systems in Rural Communities: A Case Study of Southwest Nigeria. Phil. Trans. R. Soc. A 380: 20210140. Https://Doi.Org/10.1098/Rsta.2021.0140

Canan, W. Inimigo Invisível: A Poluição do Óleo Diesel. Disponível Em: <Https://Cotidiano.Sites.Ufsc.Br/Inimigo-Invisivel-A-Poluicao-Do-Oleo-Diesel/>. Acesso Em: 5 out. 2023.

Kothari, D. P.; Pathak, A.; Pandey, U., 2021. Design of Microgrids for Rural Electrification. Elsevier ebooks, p. 87–108, 1 jan. 2022.Nunez, Marcela de Pinho. Projeto de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica para comunidades isoladas. Orientador: Sílvia Maria S. G. Velázquez. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Mackenzie, [*S. l.*], 2021. Disponível em: https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/30999. Acesso em: 22 ago. 2023.

Peters, J.; Sievert, M.; Toman, M. A., 2019. Rural electrification through mini-grids: challenges ahead. Energy policy, v. 132, p. 27–31. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.016. Acesso em: 19 set. 2023.

Sistemas Fotovoltaicos na Amazônia Legal: Avaliação e Proposição de Políticas Públicas de Universalização de Energia Elétrica e Logística Reversa - Instituto de Energia e Meio Ambiente (Iema). Disponível Em: <Https://Energiaeambiente.Org.Br/Produto/Sistemas-Fotovoltaicos-Na-Amazonia-Legal-Avaliacao-E-Proposicao-De-Politicas-Publicas-De-Universalizacao-De-Energia-Eletrica-E-Logistica-Reversa>. Acesso Em: 5 out. 2023.

Soltowski, B. et al., 2022. A field trial of off-grid SHS interconnection in rwanda's northern province. Energy for sustainable development: the journal of the international energy initiative, v. 66, p. 69–78. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.11.004. Acesso em: 19 set. 2023.

Torres, P. F., 2019. Desenvolvimento e Modelagem de uma Nanorrede de distribuição em Corrente contínua em Baixa Tensão com Sistemas de Geração Distribuída. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/12203. Acesso em: 21 out. 2023

SOCIOECONOMIC IMPACTS AFTER IMPLEMENTATION OF A DIRECT CURRENT DISTRIBUTION NANOGRID IN AN ISOLATED COMMUNITY IN THE AMAZON

Abstract. *The photovoltaic solar technology has been considered as one of the alternatives for electricity supply in remote communities, characterized by their isolation and distance from the conventional electrical grid. In Brazil, photovoltaic systems used for energy supply in such locations, whether individual systems or microdistribution systems, are implemented almost exclusively for powering alternating current loads through the use of inverters. In this context, the Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas at the Universidade Federal do Pará developed and implemented a project for a Direct Current Nanogrid (DCNG) in a riverside community located on Ilha das Onças, in the municipality of Barcarena, state of Pará. This system consists of several distributed generation and storage subunits along the grid, prioritizing the use of direct current loads. This article aims to evaluate the socioeconomic impacts that the project generated in the community served by the DCNG over two years of operation based on quantitative research applied to the head of each household, examining the influence on the economy, well-being, and education, as well as its acceptance by the residents involved. According to the findings, the introduced technology brought about significant changes in the community's quality of life, also providing economic gains from increased accessibility to electrical energy with more extended, resilient, and environmentally friendly supply. It is noteworthy that after the project's implementation, there was the possibility of using refrigerators for food preservation, improved continuity in nighttime lighting, machines for açaí processing, and modems for internet access, all of which have allowed a continuous advancement in the residents' quality of life and education.*

Keywords*: Nanogrid, Isolated Systems, Socioeconomic Evaluation*