Estudo emergético aplicado a permacultura na Barra da Lagoa em Santa Catarina

https://doi.org/10.56238/levv15n39-103

Julio Cesar Lopes Borges
Mestrando em Energia e Sustentabilidade pela Universidade Federal de Santa Catarina

Cecília Heidrich Prompt
Doutora em Arquitetura pela Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO
A permacultura tem se apresentado como parte de um complexo estudo que referencia a sustentabilidade. Com uma visão holística, o estudo é efetivamente baseado na análise do método da emergia. Busca a partir deste método a formação do fluxo energético de uma propriedade específica localizada na Barra da Lagoa, em Florianópolis - Santa Catarina. Almeja na disponibilidade de construção de bases concretas para estudos posteriores sobre a temática de energia, em estudo específico de energias renováveis. Ao final, tem o interesse de demonstrar a relação da energia e um ciclo completo de atividades abertas para um sistema fechado.

Palavras-chave: Emergia, Fluxos Energéticos, Santa Catarina.

1 INTRODUÇÃO

A energia sustentável constitui uma das temáticas importantes na sociedade moderna. As inovações locais têm se tornado uma necessidade para transição a novos modos de vida e de forma mais sustentável. As fontes de energia sustentáveis e renováveis ainda são pouco exploradas em todo o mundo, considerando o potencial de fontes limpas como a eólica e a solar.

Por outro lado, os fluxos energéticos são de fundamental importância visto que são de formação básica no contexto da Permacultura. Permacultura é uma expressão originada do inglês "Permanent Agriculture" e foi criada por Bill Mollison e David Holmgren na década de 70 do século passado. Ao longo dos anos ela passou a ser compreendida como "Cultura Permanente", pois passou a abranger uma ampla gama de conhecimentos oriundos de diversas áreas científicas, indo muito além da agricultura. (NANNI, 2019). Trata-se de perceber os diferentes ecossistemas e compreender a energia em fluxo permanente, bem como os processos termodinâmicos.

Para a produção de modos de vida mais sustentável, a permacultura compreende que o fechamento de ciclos pode ser útil ao intensificar os processos em uma propriedade. O segundo princípio de planejamento da permacultura (HOLMGREN, 2002), capte e armazene energia, sugere economizar e investir qualquer tipo de recurso consumido e de capturar fluxos locais de energia – renovável ou não – com a intenção de se fazer investimentos a longo prazo (PROMPT, 2021).

A sustentabilidade pode ser vista como o conceito de "desenvolvimento sustentável". As compreensões e significações relacionadas a uma série de implicações e princípios éticos, inseridos e aplicados nos contextos acadêmicos, segmentos sociais, planos e processos de desenvolvimento (HANAI & ESPÍNDOLA, 2011).

Ainda, o termo "sustentável" aparece pela primeira vez no informe das Nações Unidas: Nosso Futuro Comum (Comissão Mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento, 1991), conhecido como informe Brundtland em 1987 (MENDES, 2009). Assim o termo inicial da "sustentabilidade" consolidou-se no campo das Ciências Biológicas e da Ecologia, refere-se a capacidade de suporte de um ecossistema e seus elementos naturais frente às modificações antrópicas, permitindo sua reprodução ou conservação (CAMARGO, 2016).

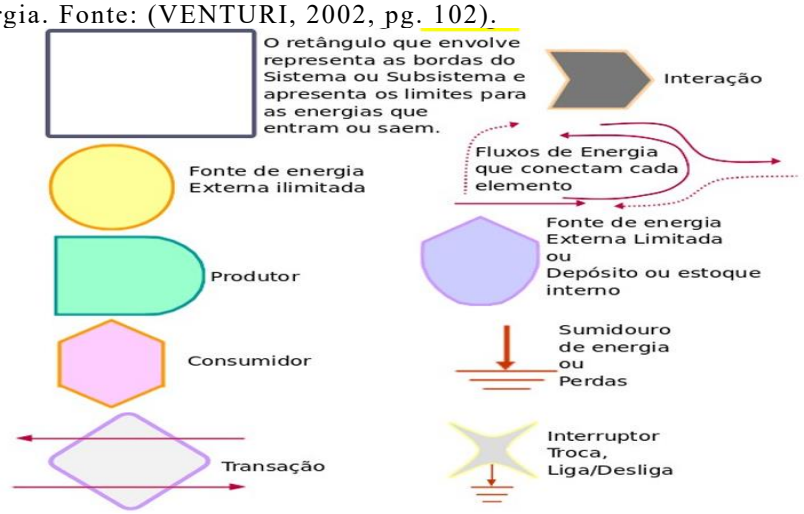
Para o estudo da permcultura e suas fontes de energias, em diversos tipos de sistema, a emergia pode ser utilizada como base metodológica, para estudos com aplicação a partir de diagramas. Emergia considera-se como metodologia desenvolvida, inicialmente, por Howard Odum. Toma corpo na análise a partir de ferramentas de gestão ambiental, maximizando também processos econômicos. De acordo com Venturi (2020):

> (...) calcular a emergia de uma atividade ou produto seria uma metodologia para estudar com maior precisão toda a energia gasta numa determinada "pegada ecológica", ou seja, é uma análise mais próxima da quantidade de energia real utilizada e acumulada em cada sistema. (Venturi, 2020, pg. 54).

A base da energia em todo planeta vem, naturalmente, da energia do Sol, mensurada em Joules. Diferente da economia convencional, o estudo da emergia tende a visualizar o sistema na sua totalidade. O custo emergético tende a ser muito mais eficaz e verdadeiro do que um sistema de custos ambientais, onde só existem externalidades repassadas à sociedade, proposto pela economia convencional (VENTURI, 2020). Também se caracteriza em uma distinção entre economia ambiental e economia ecológica (BORGES & AGUIRRE, 2023).

Ainda segundo Venturi (2020) a emergia, em inglês, seria a junção da expressão *emboided energy* = *emergy* = emergia. Para o cálculo da emergia deve-se começar pela elaboração de um diagrama sistêmico emergético. Este diagrama serve para identificar os insumos-chave de cada sistema e a partir dele as operações dos sistemas. Considera-se que os recursos renováveis (R) são: energia solar, precipitação, movimento da massa de ar e evapotranspiração. Os recursos não renováveis (N) são: solo erodido, fósforo presente no solo, águas em lençóis freáticos utilizados em taxa superior à recarga. Recursos adquiridos no mercado (F) são todos aqueles que foram obtidos externamente aos limites do sistema (ROMANELLI, 2007).

Figura 1. Símbolos e seus significados comumente usados em diagramas de fluxo de energia/emergia. Fonte: (VENTURI, 2002, pg. 102).



Refere-se a uma visão geral do sistema, combinando diferentes fontes de informações e organizando os esforços (CARVALHO-JUNIOR, 2022). A Figura 1 propõe uma simbologia para realização de diagramas energéticos.

Em uma etapa posterior os índices de emergia são calculados, de maneira a sumarizar e relacionar os fluxos de energia da economia com aqueles do ambiente. Tem assim, na Emergia um complexo estudo que "precifica" e dá valor a cada uma das atividades energéticas da propriedade em questão, auxiliando na análise de indicadores energéticos. A precificação não será levada a cabo neste artigo.

Desta forma, a emergia é usada para identificar a demanda total do sistema e a sua eficiência

energética refletida pela relação entre energia produzida e energia empregada. Existem as energias de entrada e as energias de saída.

Assim, este projeto traz a possibilidade de um estudo permacultural na Floresta Atlântica catarinense, em específico na localidade da Barra da Lagoa em Florianópolis, com seu foco especial na propriedade de Juliana, mulher nascida na Juréia - SP, 49 anos, professora na escola Acácio Garibaldi em Florianópolis, Santa Catarina.

Em 2022, ao lecionar na escola Acácio Garibaldi, conheci Juliana. Ela havia se adoentado e pediu que eu cuidasse da casa durante o período de verão. Este período foi importante para me introduzir a preocupação energética de uma propriedade e acabou culminando no início da minha entrada na especialização em permacultura na UFSC. Ajudá-la nessa empreitada apresentou-se como uma boa alternativa.

Figura 2: Mapa de situação da propriedade. Fonte: Imagem do Google Earth, editada pelo autor (2024)



Figura 3: Juliana e seus desafios. Fonte: Imagem capturada pelo autor (2024)



2 JUSTIFICATIVA

O processo de ficar na propriedade por três meses me fez indagar o que poderia fazer para torná-la mais sustentável. A propriedade tem muitas deficiências, entre elas uma horta que não tem seu desenvolvimento, falta de tratamento de esgoto, obras inacabadas e ausência de processos de reciclagem de resíduos.

Os processos permaculturais devem enfatizar e internalizar de forma dinâmica as tecnologias apropriadas como o uso e a promoção de equipamentos ambientalmente coerentes e eficientes e potencial para fechamento de ciclos energéticos.

O uso da emergia como ferramenta metodológica tanto para análise quanto para projetos de permacultura pretende ser aplicada de modo a trazer consistência a situações do presente estudo, bem como apresentar-se como uma contribuição à temática da permacultura em contextos mais amplos.

3 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

O projeto delimita-se então à aplicação da metodologia da emergia associada às ferramentas da permacultura, até a etapa de consolidação do diagrama emergético. diagnosticando e analisando os fluxos energéticos considerando a entrada e saída de energias na propriedade de 300 m² localizada em cima do morro da Prainha da Barra da Lagoa, Florianópolis, SC.

4 OBJETIVOS

O projeto visa também a captação e armazenamento de energia com objetivo possível de análise frente às demandas da propriedade e fora dela. Objetiva-se também ao estudo frente a problemática climática no espaço da Floresta Atlântica. Foca na eficiência energética ou no uso eficiente que utiliza pouca energia e de baixo impacto, de forma sustentável (MARS, 2008).

4.1 OBJETIVO

Analisar e propor diretrizes projetuais a uma propriedade utilizando diagramas de emergia.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a propriedade em relação a seu histórico, bem como suas características físicas e ambientais, estabelecendo relações com a Permacultura;
- Desenvolver um diagrama do sistema com os fluxos de emergia atuais da propriedade;
- Propor estratégias permaculturais visando o fechamento dos ciclos na propriedade;
- Simular um diagrama de emergia que represente os fluxos a partir da implantação dessas estratégias, realizando assim uma análise comparativa entre os dois diagramas produzidos.

5 METODOLOGIA

Serão realizados procedimentos metodológicos a partir da emergia. da permacultura. A partir daí analisar a propriedade em questão partindo da pesquisa exploratória e aplicação do método de emergia: a compreensão dos fluxos energéticos na propriedade, bem como a eficiência das soluções permaculturais propostas a partir do diagnóstico será feita com base no fluxogramas realizados.

Etapa 1: Estudo teórico:

O estudo teórico se concentra na revisão bibliográfica disponível em Google Acadêmico, Scopus, Scielo e em bibliografia específica, também, com referência ao estado da arte na temática de permacultura, dando ênfase aos fluxos energéticos e a dinâmica do contraponto em energias renováveis. Buscará elencar trabalhos específicos sobre estudos permaculturais no âmbito da Floresta Atlântica litorânea.

Etapa 2: Coleta de dados:

A coleta de dados, trabalho importante para realização de análise e estudo emergético, visa obter dados sobre o contexto da propriedade, que poderão vir de estudos preliminares e processos abertos existentes. Para coleta de dados serão utilizadas as seguintes técnicas: compilação e análise de documentação pré-existente fornecida pela proprietária, observação participante, levantamento fotográfico, entrevistas semi-estruturadas.

Etapa 3: Tratamento dos dados:

Os dados coletados serão tratados por meio de mapeamento, com a ajuda das ferramentas Google Earth e Apresentações Google. Ao mapeamento será vinculado o levantamento fotográfico, de modo a obter-se clareza a respeito de espaços importantes existentes na propriedade. Para análise do terreno serão utilizados métodos pertencentes à permacultura, considerando o uso de zonas e setores.

Etapa 4: Avaliação a partir de emergia:

A partir do mapeamento da realidade existente, que esclarecerá os resultados obtidos com a coleta e o tratamento dos dados, e do estudo teórico, serão cruzadas as informações de modo a obter-se um mapa com os fluxos energéticos. Este consistirá em um diagrama de fluxos de energia/emergia. A simbologia será baseada na Figura 1, e sofrerá adaptações por conta da viabilidade das ferramentas utilizadas nesse trabalho. Porém este trabalho não seguirá com exatidão tal diagrama pois as ferramentas são diferentes. Com o cruzamento dos dados será possível compreender quais as estratégias permaculturais poderão ser aplicadas com foco no movimento da mudança ao longo do tempo na propriedade. As estratégias sugeridas serão compiladas em forma de diretrizes possíveis para intervenção em contextos similares.

6 RESULTADOS

Juliana reside na propriedade desde 1990. Desde então foi construindo sua propriedade de forma intuitiva, sem reparos fundamentais e específicos. As energias de sua propriedade desenvolvem-se em fluxos abertos, sem grandes cuidados e de forma insustentável. Os problemas de saúde de Juliana trouxeram mais dificuldades para realização de suas atividades do dia a dia. O acesso se dá por meio de uma trilha íngreme que demanda tempo e recursos para realizar atividades.

O contexto desta propriedade é bem peculiar, já que está localizada no morro da prainha na Barra da Lagoa. O acesso se dá por meio de uma trilha com aproximadamente 400 metros de comprimento, em escadaria feita de pedras sem grandes tratos. Seu terreno é demarcado com um portão de entrada, dentro de uma propriedade com um aclive na parte frontal e um declive nos fundos. O terreno está cercado na frente e nas laterais.

Figura 4: Leitura de paisagem da propriedade. Elaborado pelo autor (2024)



Há uma caixa d'água de grande porte na frente que é abastecida pela Casan e outra, aos fundos, que está desativada. A casa é abastecida pela energia da rede pública - Celesc. Ainda na parte frontal, existem hortas em pequenos terraços que encontram-se, neste momento, abandonadas.

Figura 5: Horta atualmente abandonada. Fonte: Imagem capturada pelo autor (2024)



A energia elétrica da concessionária é deslocada até o final do morro, chegando em sua casa e abastecendo a propriedade. A propriedade recebe pouca insolação e preocupa quando há chuvas, contrastando com goteiras internas na casa e com o terreno encharcado sem aproveitamento de água, acumulando poças para a proliferação de mosquitos, entre outras coisas. Tem duas casas sem sistemas de tratamento de esgotos. Existe conexão com a internet mas de pouca qualidade de sinal.

Figura 6: Casa da Frente. Fonte: Imagem capturada pelo autor (2024)



As residências não possuem estrutura para a conservação de energia. A casa da frente tem grandes aberturas nas paredes, janelas tapadas com plásticos. Também possuem telhados velhos e cheios de goteiras, o que dificulta a moradia em tempos de chuvas fortes ou ainda pior nas extremas. No inverno o interior da casa é muito frio e no verão é muito quente. Se apresenta também no meio dos dois declives da propriedade, escoando as águas cinzas da cozinha para o declive dos fundos do terreno.

Figura 7: Casa dos fundos. Fonte: Imagem capturada pelo autor (2024)



A casa dos fundos, em construção, segue em um dos declives da propriedade. Sem tratamento

de esgoto. Toda feita de madeira, com suas bases de concreto. Desta forma as construções presentes na propriedade não apresentam formas sustentáveis que possam lidar com os fluxos energéticos e nem desenvolver funções apropriadas em relação a eventos climáticos extremos.

Ainda, a ideia da construção da casa ao final do terreno tem o objetivo de servir como pousada na temporada de verão, propiciando uma renda extra para a manutenção das duas casas e com o objetivo de propiciar melhoramentos para a propriedade. Esta segunda casa, cujas obras foram iniciadas há seis anos, encontra barreiras para sua finalização por falta de planejamento adequado e outros motivos diversos.

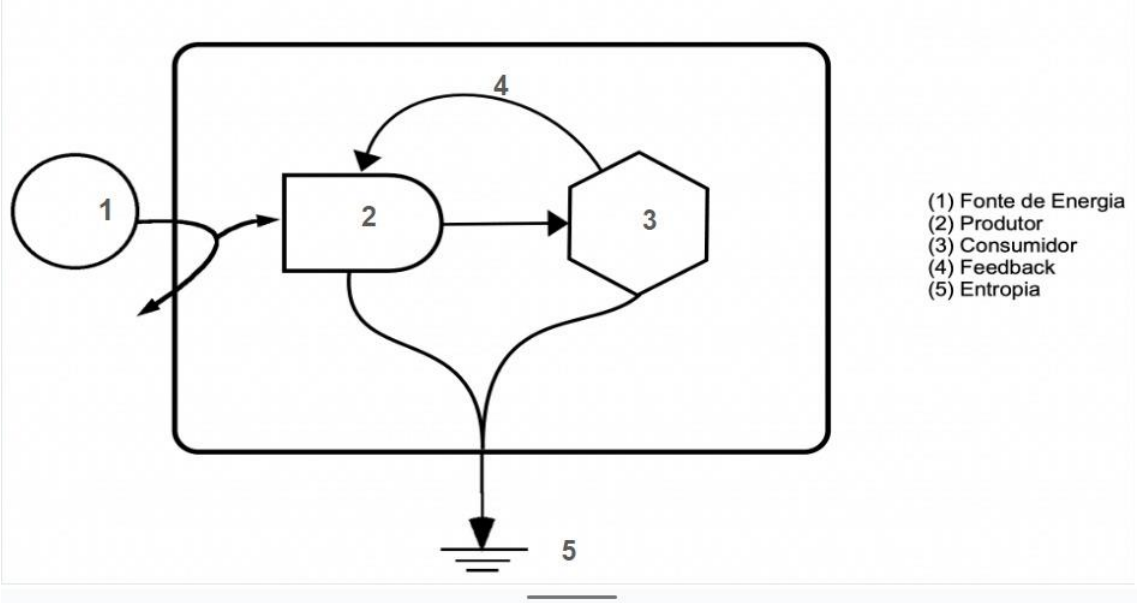
De modo a aprimorar a análise do terreno e fazer uso do método do zoneamento permacultural, foram identificadas as seguintes zonas existentes:

Tabela 1: Zonas da propriedade. Elaborada pelo autor (2024)

Zonas	Atividades existentes
Zona 0	Casa 1 (a casa 2, por estar inacabada, não será considerada como uma Zona 0)
Zona 1	Horta espontânea
Zona 2	Plantas alimentícias, ervas para chás, abobrinhas
Zona 3	Bananeiras
Zona 4	Não foram identificadas atividades relacionadas
Zona 5	Mata nativa não manejada

Para desenvolvimento do diagrama emergético apresenta-se, neste primeiro momento, o modelo a ser seguido para uma análise do fluxo de energia e posteriormente análise da dependência externa e análise ambiental a partir do fluxograma. Temos assim representados as fontes energéticas, produtores da propriedade e consumidores.

Figura 8: Exercício de fluxograma.



Fonte: Oldemar Carvalho Junior (2024)

Os elementos identificados na propriedade em questão estão representados na Figura 4. Com base no diagrama da Figura 8, podemos classificá-los da seguinte forma:

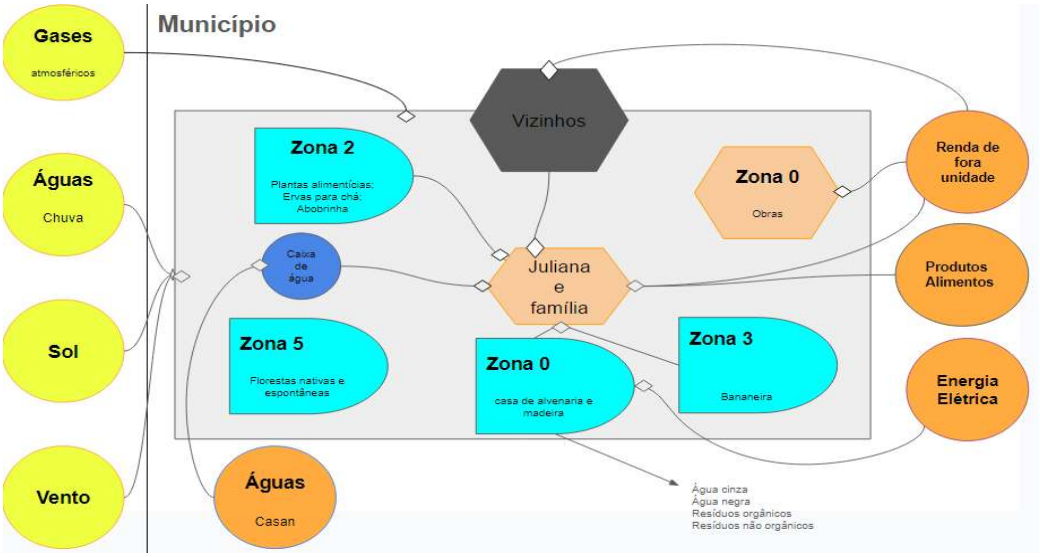
Tabela 1: Elementos da propriedade.

Fontes de Energia	Produtores	Consumidores
Sol	Plantas	Humanos
Vento	-	Animais
Água da Chuva	-	-
Água da concessionária	-	-
Gravidade	-	-
Energia Elétrica		

Fonte: Elaborado pela autor (2024)

Produtores: Plantas (organismos autótrofos) que produzem biomassa a partir de compostos orgânicos para animais que permeiam a propriedade, e servem de alimento para animais (incluindo as pessoas).

Para a consolidação do diagrama de emergia, os elementos classificados foram distribuídos tendo como referência as zonas permaculturais previamente identificadas.



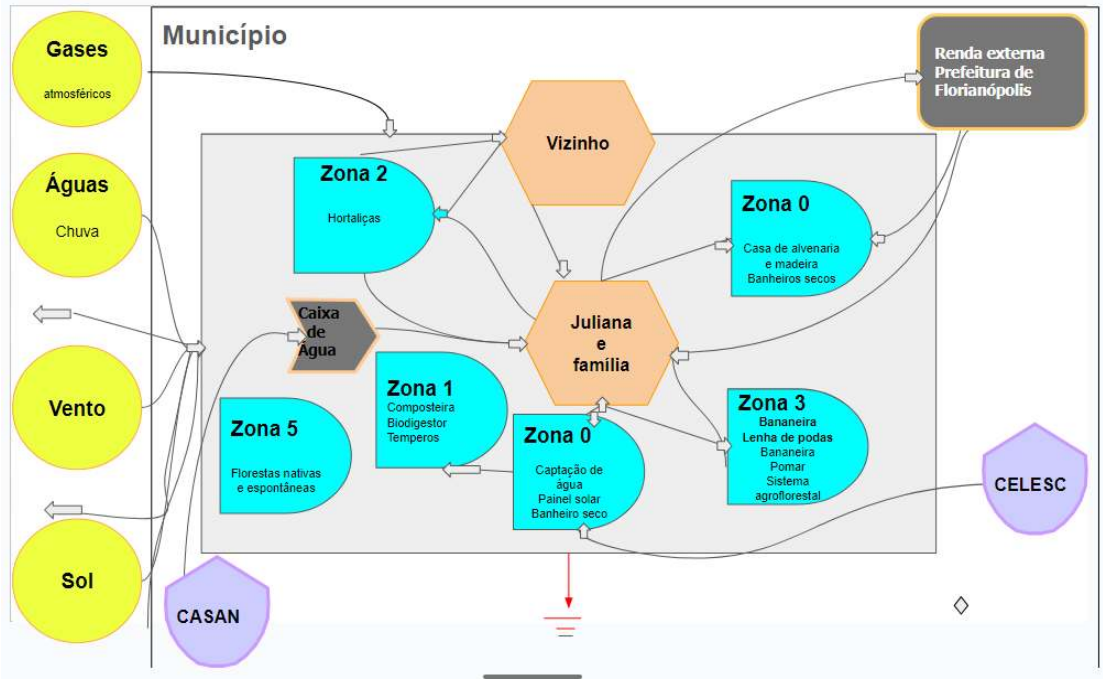
O diagrama da Figura 9 demonstra que há fluxos energéticos desconexos nesta propriedade. As atividades são centralizadas na Juliana, com quem percebe-se a problemática do lugar onde vive. Há impasses e também constatações de (in)sustentabilidade. Verifica-se que existem uma gama de energias que adentram a propriedade mas que não são utilizadas, gerando um escape de energia solar, onde parte entra na propriedade e outra sai. Assim também acontece com o vento. As fontes de energia são mal utilizadas na forma em que agrava cada dia sua situação.

Também verifica-se uma grande pegada onde as atividades são feitas com dependência de fornecimento de energia vinda de fora da residência. A resiliência frente aos desafios da propriedade se vê ameaçada, caso haja eventos extremos. Há uma dependência muito grande da vizinhança e do município para atividades básicas.

As atividades têm como consequência a produção de águas cinzas, águas contaminadas com fezes, resíduos orgânicos e não orgânicos que além de não serem reaproveitados voltam para o meio sem tratamento. A falta de tratamento de esgoto é o ponto alto a ser solucionado. Apesar de haver um armazenamento da água proveniente da concessionária, não há armazenamento da água da chuva e nem sistemas de retenção da mesma no solo, resultando em perdas rápidas, uma vez que os declives do terreno são acentuados. Por outro lado, em períodos de seca o solo acaba perdendo a umidade, sendo necessária irrigação manual dos plantios com água da concessionária.

A partir do diagrama inicial, que representa a realidade atual da propriedade, foi desenvolvido um diagrama com propostas de novos elementos que propiciem fechamento de alguns ciclos abertos detectados (Figura 10):

Figura 10: Fluxograma da propriedade de Juliana após a aplicação de um planejamento permacultural. Elaborado pelo autor (2024)



Um primeiro passo para o fechamento dos fluxos é a interação entre produção e consumo dentro da propriedade. A utilização das energias renováveis e ilimitadas na captação da propriedade é de fundamental importância. Também a utilização menor de fontes existentes de fora do local de análise é uma consequência da tentativa de fechamento de ciclo. Propõe-se o uso de painéis fotovoltaicos para a captação da energia solar e também a utilização da água com mais eficiência, com sistemas de captação e armazenamento de água da chuva, fazendo com que se utilize menos a água vinda da Casan.

Propõe-se também a intensificação das atividades de hortas e de plantio com uma gama maior espalhada pelas zonas 1, 2 e 3, consideradas de fundamental importância, como um primeiro passo, para autossuficiência de Juliana e sua propriedade. Aliadas também aos cuidados de animais de pequeno porte (galinhas). Isso visa uma amenização da dependência total dos recursos alimentícios de fora e consequentemente na sustentabilidade dos recursos econômicos.

Como a renda é vinda do município, é recomendado que interaja também com os vizinhos das propriedades ao lado para maximizar a utilidade econômica e a diversificação da alimentação.

Também, um problema grave de primeira ordem é a ausência do tratamento de esgotos. Juliana propõe a construção de um biodigestor para tratamento das águas contaminadas com fezes, para posteriormente serem devolvidas ao solo como adubo. Busca-se também uma alternativa para tratar de utilizar as águas cinzas no manejo da propriedade, aliando os excessos da água da Casan para manutenção da horta e o término da construção da casa dos fundos.

Além disso, a casa dos fundos vem sendo construída pelos vizinhos que dão suporte à Juliana. Suas fundações foram realizadas a cerca de 10 anos atrás mas somente nos últimos anos vem sendo uma das prioridades. Desta forma irá utilizar recursos disponíveis para a construção. Todos estes processos relatados acima são de importância para a finalização da obra, fechamento dos fluxos em sua possibilidade e menor dependência do município na produção da vida material da proprietária.

Também se faz necessário a manutenção das plantas e uma poda sazonal, principalmente no inverno. Utiliza-se o resíduo das podas como combustível para uso em um fogão a lenha a ser construído posteriormente, adaptado à realidade deste lugar. Também busca-se aumentar a interdependência para com os vizinhos no sentido da alimentação e recursos materiais ao longo do ano, propondo uma alternativa de produzir em conjunto uma horta que abastece as duas propriedades.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo analisar uma propriedade localizada na Barra da Lagoa. Para tanto, de início, definiu-se que o mais apropriado era uma análise que abarcasse a problemática e seu contexto. Conforme a visita neste território verificou-se que os processos que ali existiam eram no geral (in)sustentáveis.

Assim, com a pesquisa exploratória deu-se início a uma busca por uma metodologia própria para o desenvolvimento de análise que ficasse na transição de um lugar para o outro, que aproveitasse os fluxos energéticos.

Analisou-se dessa forma os aspectos da propriedade e seu possível desenvolvimento no tempo. Buscou-se contextualizá-la de forma a entender os processos que a cercam. Também se buscou necessário a introdução de um modelo para configuração do mesmo.

Dos 12 princípios da permacultura buscou-se contemplar: capturar e armazenar energia; Usar e valorizar serviços e recursos renováveis; Não produzir resíduos; Usar soluções pequenas e lentas; Usar e responder à mudança com criatividade. Ao completar o fechamento dos ciclos observou-se que a estrutura da propriedade tem alto impacto e é (in) sustentável, cabendo alternativas futuras para lidar com seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

BORGES, Julio Cesar Lopes; AGUIRRE, Katherine Simone Dreissig. Um breve ensaio sobre a economia ecológica da energia em Santa Catarina: A brief essay on the ecological economy of energy in Santa Catarina. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 6, n. 1, p. 153-162.(2023).

CAMARGO, Diógenes Rafael de. "Os conceitos de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável na produção teórica em educação ambiental no Brasil: um estudo a partir de teses e dissertações." (2016).

CARVALHO-JÚNIOR, Oldemar de Oliveira; BIROLO, Alesandra Bez. "Sustentabilidade econômica e ambiental do agronegócio regional no sul do Brasil Economic and environmental sustainability of regional agribusiness in southern Brazil." *Brazilian Journal of Development* 8.1 (2022).

HANAI, Frederico Yuri, and Evaldo Luiz Gaeta Espíndola. "Indicadores de sustentabilidade: conceitos, tipologias e aplicação ao contexto do desenvolvimento turístico local." *Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental* 5.3 (2011).

MARS, Ross. O design básico em Permacultura. Via Sapiens (2008).

MENDES, Susana Maria Ribeiro dos Santos Sousa. O efeito das políticas sociais na sustentabilidade demográfica do sistema de pensões português (em comparação com os sistemas francês, alemão e dinamarquês). Diss. (2009).

NANNI, Arthur., Ensinando Permacultura. Editora UFSC (2019).

PROMPT, Cecília Heidrich. Avaliação da sustentabilidade em arquitetura e construção com terra: Estudo de Caso no Oeste Catarinense. Tese defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (2021).

ROMANELLIi, Thiago Libório. "Sustentabilidade energética de um sistema de produção da cultura de eucalipto." *Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agriculcura Luiz de Queiroz. Tese de Doutorado* (2007).

VENTURI, Marcelo. "A influência da permacultura em unidades de novos rurais." Tese de doutorado. (2020).