



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

PLATAFORMA DE BENCHMARKING PARA ANÁLISE DE INDICADORES AMBIENTAIS VISANDO A SEGURANÇA ALIMENTAR, HÍDRICA E ENERGÉTICA NA ÁREA RURAL DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS LAJES - RJ

Gustavo Ribeiro, gusribeiro98@gmail.com, USP
Jorge Marcelo Del Llano Risco, jorgedelano@usp.br, USP
Ana Paula Dias Turetta, ana.turetta@embrapa.br, EMBRAPA
Tadeu Fabricio Malheiros, tmalheiros@usp.br, USP

Resumo

Soluções para problemas relacionados à escassez hídrica, a insegurança alimentar e a deficiência energética podem ser propostas a partir donexo água-energia-alimento (*water-energy-food nexus*). Usando a abordagem do benchmarking, que diz respeito à troca de experiências a partir de indicadores métricos e processos, foi proposta a elaboração de uma plataforma para interação de indicadores de sustentabilidade e práticas conservacionistas entre propriedades rurais do município de Rio Claro – RJ, visando a diminuição das pegadas hídrica e de carbono e a segurança alimentar. O protótipo inicial foi elaborado e passa agora por fase de aprimoramento. O desenvolvimento é feito em Flutter e a escolha do banco de dados tornará possível suas atualizações e manutenção ao longo do tempo, por qualquer operador. A plataforma será consolidada e posta em operação até o mês de dezembro de 2020.

Palavras-chave: indicadores de sustentabilidade,nexo água-energia-alimento, plataforma de benchmarking, *nexus*.

1. Introdução

A tríade água-energia-alimento (*water-energy-food nexus*) vem se consolidando como uma ferramenta de grande potencial para atingir o desenvolvimento sustentável. Soluções idealizadas a partir desse pensamento podem ajudar a resolver problemas relacionados à escassez hídrica e energética e a insegurança alimentar. Estudos mostram que cerca de 4 bilhões de pessoas enfrentam escassez de água em algum período do ano no mundo e que a maioria dos casos de insegurança alimentar está associada à pobreza crônica (MEKONNEN e HOEKSTRA, 2016; BARRETT, 2010).

Cerca de 1,2 bilhão de pessoas tem problemas de acesso à água segura para uso doméstico (OMS, 2003 apud RIJSBERMAN, 2006). A deficiência de fontes de energia leva à grande dependência da energia humana para sua própria sobrevivência, especialmente em países em desenvolvimento. Nestes países, a escassez de energia comercial cria uma demanda de energia humana para satisfazer necessidades básicas, tais como de transporte, de saúde, de agricultura, de obtenção de água e para preparo de alimentos. Estimativas sugerem que, em relação à insegurança alimentar, cerca de 2 bilhões de pessoas enfrentam deficiência isolada de iodo, ferro, vitamina A e zinco, especialmente mulheres e crianças (BARRETT, 2010).

Onexo água-energia-alimento tornou-se central para discussões a respeito do desenvolvimento sustentável, inclusive considerando a proposição e o monitoramento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015). E.M. Biggs et



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

al. (2015) propuseram meios de subsistência pautados nonexo água-energia-alimento como alternativas para garantir a segurança ambiental em atividades de produção e consumo.

Nesse contexto, surge o Projeto NEXUS, com o objetivo geral de avaliar o impacto de práticas rurais na segurança alimentar, hídrica e energética no município de Rio Claro (RJ), onde localiza-se a maior área de contribuição direta para o reservatório de Ribeirão das Lages, importante manancial para abastecimento de água e energia para a região metropolitana e cidade do Rio de Janeiro.

A hipótese a ser avaliada pelo estudo é que o conjunto de práticas agrícolas, ou algumas delas, se configuram como soluções sustentáveis na paisagem rural, resultando em um ambiente mais eficiente no uso dos recursos naturais, contribuindo para a segurança alimentar, hídrica e energética. O projeto foi aprovado em dezembro de 2017 em edital do CNPq e é executado por um consórcio de instituições: Embrapa Solos, The Nature Conservancy (TNC Brasil), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Universidade de São Paulo (USP - São Carlos).

Inseridos no projeto, a presente equipe tem como atribuição desenvolver uma plataforma interativa de benchmarking, a partir da seleção de indicadores de segurança alimentar, hídrica e energética para as propriedades rurais da bacia hidrográfica, bem como práticas relacionadas aos indicadores. De acordo com Franks e Collins (2003):

“Benchmarking é o fato de se comparar o desempenho individual com o desempenho de outros que estejam engajados em atividades similares e de se aprender com as lições destas comparações. A prática envolve medida e avaliações contínuas de produtos, serviços e práticas de competidores e concorrentes, ou mesmo empresas de escopo mundial. Diz respeito ao empréstimo de boas ideias, com a intenção de haver melhorias para todos.”

O propósito da plataforma é fazer com que os produtores rurais da região possam, ao mesmo tempo, acessar indicadores relacionados ao *nexus* e trocar experiências a partir da vivência das práticas realizadas na bacia. A experiência do benchmarking se dará exatamente pela comparação entre os indicadores de cada uma das propriedades e, simultaneamente, o acompanhamento das práticas explicará o comportamento destes indicadores, caso ele seja diferente para cada uma das unidades.

Dessa forma, o objetivo desse artigo é apresentar a plataforma de benchmarking elaborada, com a finalidade de auxiliar os produtores rurais da bacia do Ribeirão das Lajes – RJ a manter a segurança hídrica-energética-alimentar a partir da comparação entre os indicadores e as práticas consolidadas em cada uma das propriedades.

2. Metodologia

Durante o tempo de projeto, foram realizadas duas atividades principais que serão descritas nos tópicos desta seção.

2.1 Adequação de indicadores e elaboração do protótipo



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Inicialmente, o grupo de estudo do projeto definiu atributos de uso de terra, baseados no conceito de *land use functions* que, no projeto, foi entendido pela forma como cada uso/cober-tura de terra pode contribuir para a segurança hídrica, energética ou alimentar. A Tabela 1 mostra os atributos definidos pelo grupo e, a partir desta definição, um conjunto de indicadores capaz de monitorá-los foi associado a esses atributos. Em um primeiro momento, os atributos e indicadores foram pensados para o nível de bacia hidrográfica. Entretanto, para o funciona-mento da plataforma, eles foram adaptados para o nível de propriedade, com a intenção análoga de monitorar os tipos de uso da terra que contribuam, positiva ou negativamente, para a segu-rança hídrica, energética e alimentar.

Tabela 1 – Atributos definidos para o Projeto Nexus

| Grupo | Alimento | Água | Energia |
|----------|---|--|---------------------------|
| Atributo | Diversificação da produ-ção | Dinâmica-fluxo das fun-ções ecossistêmicas | Vida útil do reservatório |
| | Produtividade | Disponibilidade de re-curso hídrico | Capacidade de geração |
| | Práticas conservacionistas e estabilidade da produção | Qualidade da água | Disponibilidade hídrica |

Fonte: Autores (2020)

No dia 13 de maio de 2020, o protótipo da plataforma, desenvolvido em PowerPoint, foi apresentado a todo o grupo de pesquisa do projeto e as considerações de todos foram levadas em conta para a aplicação real, próximo passo da equipe. Então, as ideias e colocações foram ajustadas e a plataforma real tem sido construída.

2.2 Elaboração da plataforma real

Para que pudesse funcionar e ser utilizada pelos usuários propostos, a plataforma está sendo desenvolvida em Flutter, com banco de dados Firebase, da Google Company e abrigada na forma WebAPP. O Flutter permite o desenvolvimento de aplicações responsivas por meio da linguagem Dart, que é compilada nas linguagens HTML, CSS e Javascript, usuais para web.

Os indicadores serão comparativos entre as propriedades e as formas de interpretação das práticas serão facilitadas por meio de gráficos que expressem a eficiência delas em termos de segurança hídrica, energética e de produção de alimentos. A eficiência das práticas em relação ao nexso será medida a partir dos atributos apresentados na Tabela 1, na forma de gráficos tipo radar, sendo pontuados de 0 (zero) a 3 (três), sendo 0 nulo, 1 baixo, 2 médio e 3 alto. Além disso, serão comparadas as práticas semelhantes aplicadas em diferentes propriedades, a partir do mesmo sistema de pontuação, levando a percepções diferentes na aplicação de uma mesma técnica. As práticas serão divididas nos temas Saneamento, Proteção de Nascentes, Rotação de Pastagens e Agroflorestas.

3. Resultados

3.1 Adaptação dos indicadores ambientais



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Levando em conta a necessidade de adequação dos indicadores levantados pelo grupo, adaptando-os do nível de bacia hidrográfica para o nível local, foi elaborada a

Tabela 2, que mostra os atributos e os indicadores atrelados a eles, no nível local, a partir de estudo de viabilidade e adequação. Os indicadores obtidos são os mesmos utilizados na seção Indicadores da plataforma, na qual pode acontecer a comparação entre as propriedades, levando em conta suas semelhanças e diferenças.

Tabela 2 – Atributos definidos e indicadores associados

| Grupo | Atributo | Indicador de propriedade |
|--------------------------------------|---|--|
| Alimento | Diversificação da produção | Valor nutricional/tipo de produto |
| | | Uso preponderante x demais usos |
| | Produtividade | Produção/área total |
| | | Recebimento de assistência técnica |
| | | Receita bruta/hectar/ano |
| | Práticas conservacionistas e estabilidade da produção | Produção de alimentos per capita |
| Adoção de práticas conservacionistas | | |
| Água | Dinâmica-fluxo das funções ecossistêmicas | Área de APP total (ha) |
| | | Área déficit de APP (ha) |
| | | Total de áreas desmatadas desde 2008 |
| | | Área total em restauração (ha) |
| | | Área coberta com vegetação natural (ha) |
| | Disponibilidade do recurso hídrico | Dependência de precipitação como fonte de água |
| | | Vazão outorgada total (m ³ /s) |
| | | Vazão de retirada (m ³ /s) |
| | Qualidade da água | Índice de Qualidade da Água |
| | | Atendimento de Esgoto |
| Nível do tratamento de esgoto | | |
| Energia | Capacidade de geração | Fontes alternativas de energia |
| | | Energia gerada (KWh/ano) |
| | | Energia consumida (KWh/ano) |

Fonte: Autores (2020)



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

O estudo de adaptação dos indicadores levou em conta que o nível local se preocupa muito mais com o consumo do ponto de vista de economia, tanto de energia quanto de água, e que a quantificação da produção a partir de indicadores relaciona esse consumo à eficiência. É naturalmente esperado que a diminuição da pressão sobre o sistema hídrico da região – que por si só reflete diretamente na disponibilidade de energia – será benéfica em termos de sustentabilidade e que a economia para os produtores levará a tal diminuição, direta ou indiretamente.

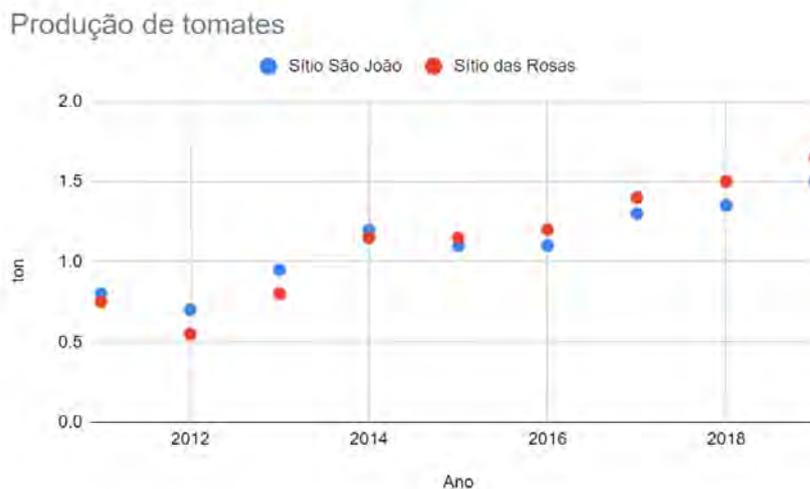
3.2 Elaboração do protótipo em PowerPoint

Com os indicadores devidamente adaptados à realidade local, foi desenhado um protótipo de plataforma, elaborado em formato PPTX, que contava com as seções Conheça a Plataforma, Dados das Propriedades, Indicadores, Práticas, Casos de Sucesso e Cadastro de Práticas. A página Dados das Propriedades é importante para que, antes do momento de benchmarking (comparação), os proprietários possam identificar diferenças e semelhanças em suas propriedades. Ela trouxe informações relacionadas aos principais tipos de produção, a consumo médio de água, à receita anual média, ao atendimento de esgoto, ao porte da propriedade, ao abastecimento de água etc.

A seção Indicadores trouxe a possibilidade de se formarem gráficos interativos para a comparação direta de duas ou mais propriedades após a escolha do atributo e seu indicador adotado, como mostrado na

Figura 1. Tais indicadores puderam mostrar diferenças entre os resultados de cada propriedade, o que instigaria os proprietários a avançar à próxima seção: Práticas. Nela, foi possível observar quais as atividades adotadas pelos proprietários que refletem diretamente no comportamento dos indicadores acessados anteriormente, justificando-os. Dessa forma, o protótipo de plataforma apresentou benchmarking entre indicadores das propriedades e entre práticas realizadas na bacia, por meio de gráficos que relacionam vantagens e desvantagens de cada uma delas pensando o nexo água-alimento-energia

Figura 1 - Benchmarking entre indicadores de propriedades fictícias



Fonte: Autores (2020)

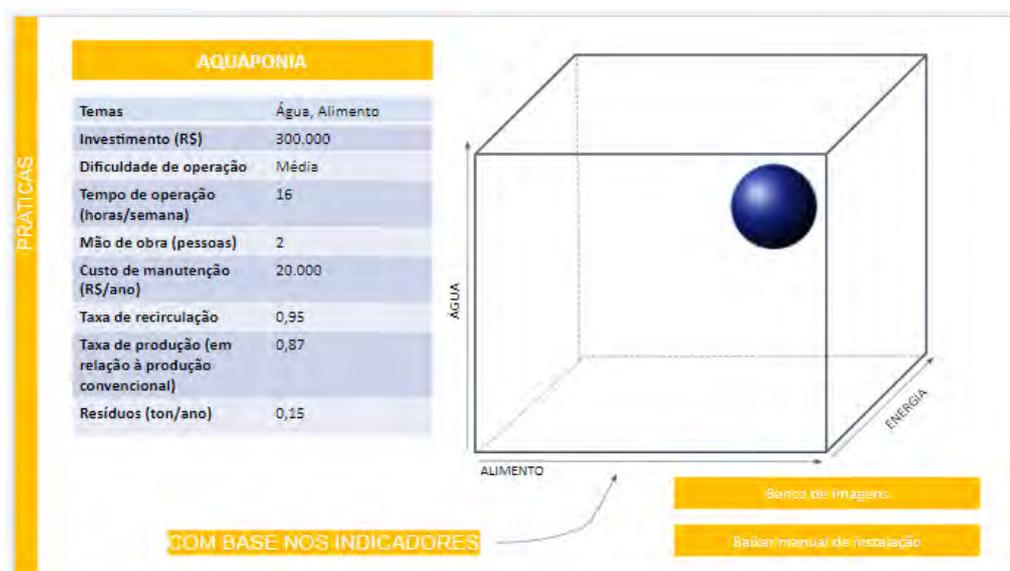
Ao identificar a diferença entre as produções de cada propriedade, por exemplo, o usuário busca uma maneira de justificá-la na seção Práticas. Ela permite que o usuário escolha entre um dos quatro temas e identifique a técnica de sua preferência. Em seguida, é visualizado o mapa da bacia, indicando em quais propriedade a técnica é aplicada e, além disso, um ícone permitirá acessar uma página específica para cada prática, que trará informações e dados relevantes. Caso seja uma das propriedades analisadas anteriormente, o usuário pode inferir que a resposta para a diferença está justamente na aplicação correta desta prática. A Figura 2 mostra o esquema idealizado para a página Saiba Mais, que abre ao ser acionado o ícone, relacionada a prática fictícia Aquaponia. Os gráficos são gerados a partir de notas dadas à prática, considerando os atributos expressos na Tabela 1 do item 2.1. A Figura 3 mostra o gráfico de benchmarking para o nexu água-energia-alimento daquela específica prática.

Figura 2 – Proposta da página Saiba Mais relacionada à prática fictícia Aquaponia



Fonte: Autores (2020)

Figura 3 - Página do protótipo com informações da prática escolhida



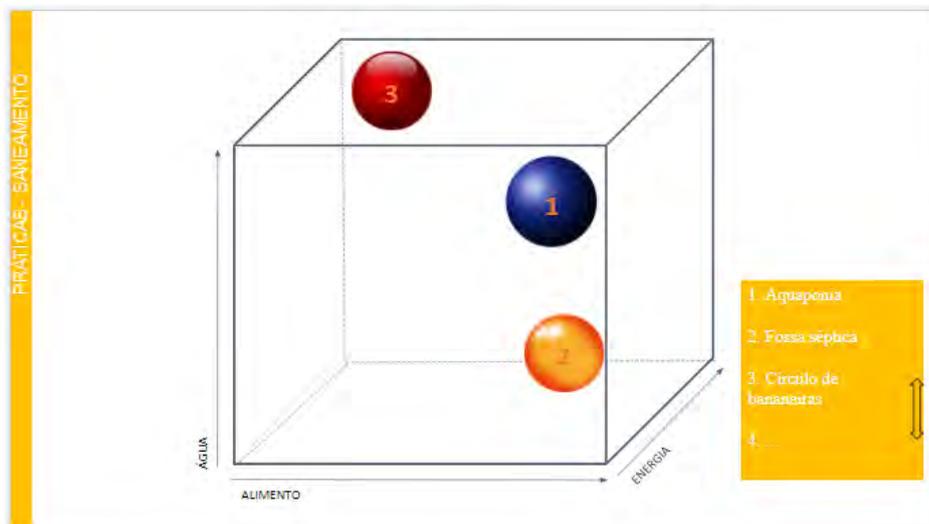
Fonte: Autores (2020)



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

O gráfico da Figura 3 mostra que, de maneira geral, a prática Aquaponia apresenta vantagens no eixo água (representando aumento da segurança hídrica para o produtor que a aplica), vantagens no eixo alimento (representando estabilidade de produção e/ou diversificação) e desvantagem no eixo energia (representando consumo excessivo e/ou não-produção por fonte renovável a partir desta prática). Dessa forma, o usuário pode analisar diferentes práticas e relacioná-las a problemas ou questões específicas para cada propriedade. A Figura 4 mostra a situação de benchmarking entre 3 práticas fictícias, do mesmo tema, Saneamento, simulando uma comparação real feita pelo usuário.

Figura 4 - Benchmarking entre 3 práticas fictícias no contexto nexa



Fonte: Autores (2020)

Além dos gráficos mostrados nas Figura 2, Figura 3, Figura 4, também foram definidos gráficos para explorar o nexa água-energia-alimento para cada uma das práticas, mostrado à esquerda na

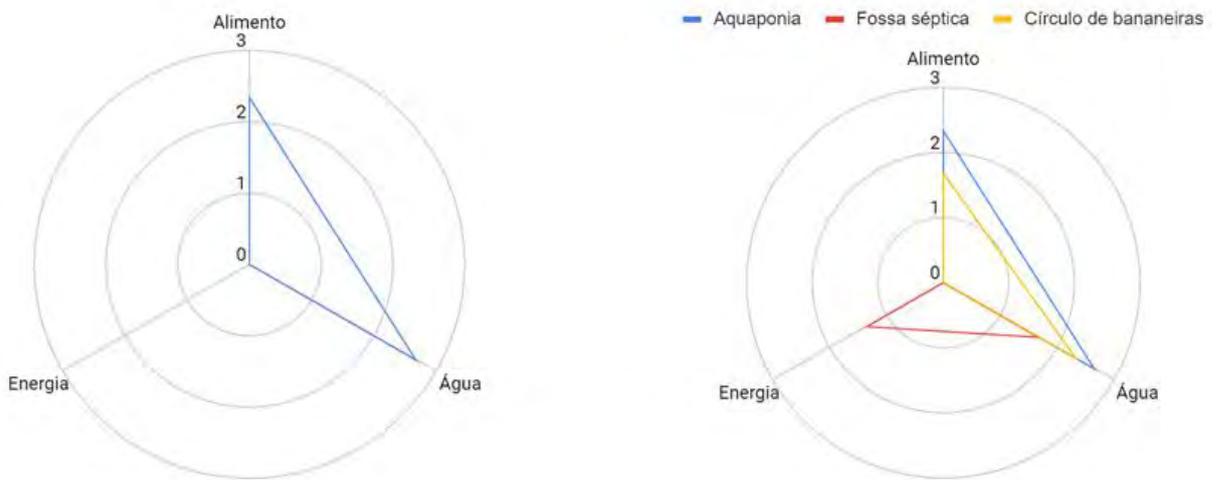
Figura 5. Estes mesmos gráficos puderam ser combinados com gráficos de outras práticas na página Benchmarking (idealizada após a apresentação ao grupo no dia 13 de maio), formato que pode ser visto à direita na Figura 5. Gráficos de desacoplamento serão expostos na página Acompanhamento. A



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Figura 6 mostra o resultado esperado para esse tipo de gráfico depois de tempo suficiente para que a implementação de práticas seja considerada satisfatória e que os resultados sejam expressivos. Foram simulados dois indicadores para o acompanhamento, sendo o consumo de energia e a liberação de nitrogênio (N) em corpos d'água da bacia hidrográfica.

Figura 5 - Nexo água-energia-alimento para a prática fictícia Aquaponia (esquerda) e benchmarking entre três práticas fictícias do tema Saneamento (direita)

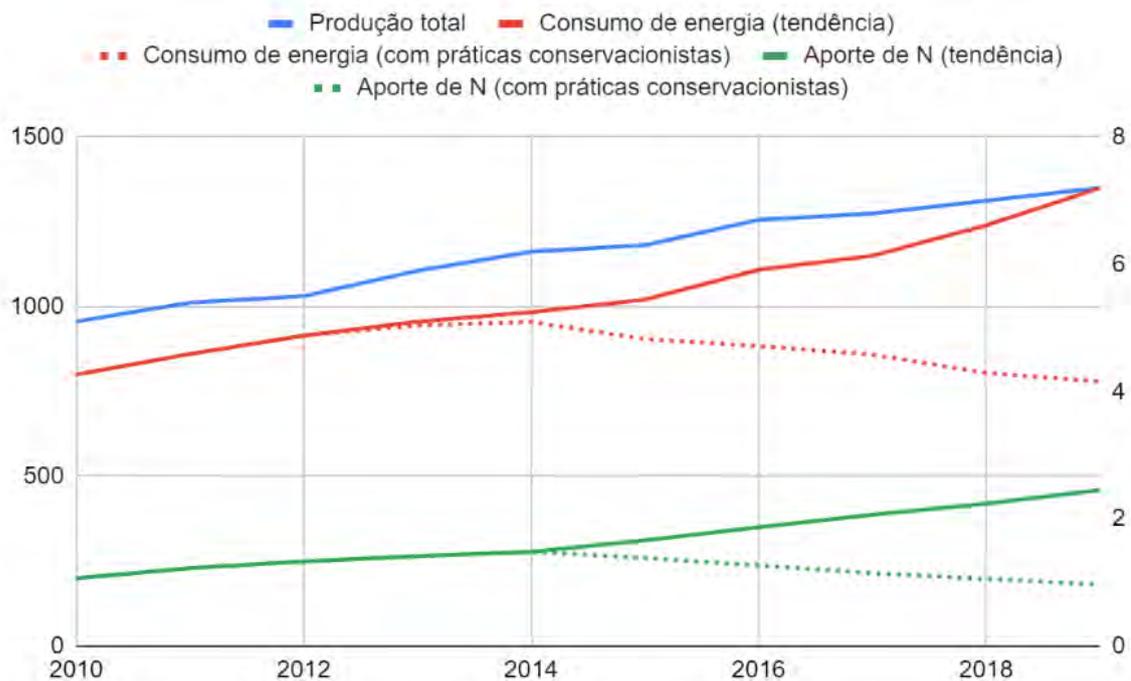


Fonte: Autores (2020)



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Figura 6 - Simulação do gráfico de desacoplamento, resultante da aplicação de práticas conservacionistas na bacia hidrográfica estudada



Fonte: Autores (2020)

A experiência da elaboração do protótipo desencadeou discussões pertinentes a respeito da usabilidade da plataforma, ao considerar os acessos e a leitura dos gráficos para que sejam mais intuitivos e simples. Além disso, foi identificada a possibilidade de se propor o monitoramento ao longo do tempo em relação ao desacoplamento das pressões ambientais, tendo em vista a possível correlação entre a aplicação de práticas e o aumento da sustentabilidade ambiental, medida por gráficos temporais.

3.3 Desenvolvimento da Plataforma

Após os ajustes e considerações levantadas, as seções definidas para a plataforma real foram Página Inicial, Dados das Propriedades, Indicadores, Práticas, Benchmarking, Casos de Sucesso, Adicionar uma Prática e Acompanhamento. As grandes diferenças deste novo modelo para o protótipo são as seções Práticas e Benchmarking, que trouxeram novas perspectivas para avaliação e análise, e Acompanhamento, que trará gráficos de médio e longo prazo para mensurar indicadores que mostrem a taxa de crescimento de determinadas pressões ambientais se tornando menores ao longo do tempo que taxas de crescimento da produção (RUFFING, 2007), caso as práticas adotadas assim resultem. Até o momento, foram apenas simulados dados para inserção na plataforma, pois ainda não foi possível coletar dados reais das propriedades da bacia por conta do atraso no cronograma decorrente da pandemia de Covid-19 em 2020.



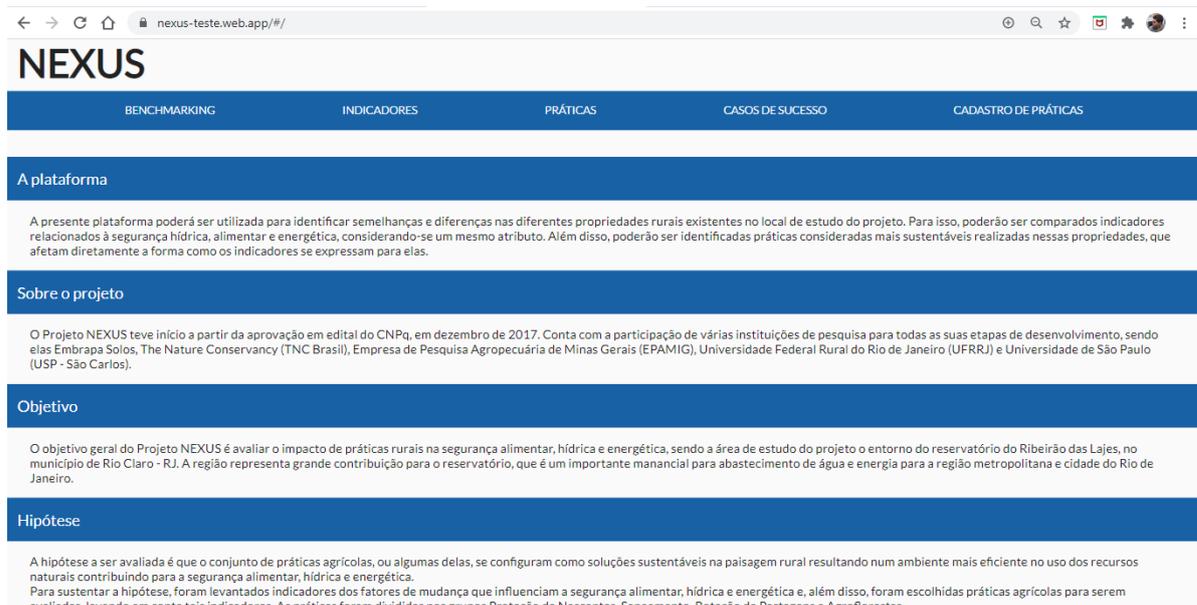
II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Por isso, a plataforma real foi elaborada com a finalidade de tornar a experiência do usuário mais simples e efetiva, além de garantir o acompanhamento dos resultados esperados pelo projeto de maneira geral. Dessa forma, foram comparados dois diferentes ambientes para desenvolvimento da plataforma, sendo eles um aplicativo e uma página na web (WebAPP). Considerando todas suas vantagens e desvantagens, foi escolhido do ambiente web para desenvolvimento, uma vez que permite o uso também em dispositivos móveis e mantém o banco de dados ativo para futuras intervenções. Além disso, por terem sido escolhidas as ferramentas da Google (*Flutter* e *Firebase*), há compatibilidade de acesso entre elas. O desenvolvimento foi planejado de maneira modular, iniciando pelo *front-end* com a montagem de cada uma das telas planejadas à aplicação, em seguida – após o design completo das telas - abordando a questão de integração com o banco de dados fornecido pelo *firebase* para o processamento dos dados. Além do banco de dados (*Cloud Firestore*) também espera-se utilizar o *Firebase Storage*, para armazenamento de potenciais imagens e manuais a serem descarregados pelo usuário, além do *Firebase Hosting* para hospedagem temporária do WebApp. Como ambas as ferramentas pertencem à Google, há uma compatibilidade consequentemente benéfica ao produto.

Devido à organização do banco de dados, a aplicação não se torna limitada aos dados que temos no presente, sendo possível a fácil expansão com novos valores no futuro, que serão naturalmente implementados à aplicação automaticamente. Com base em tais dados é esperado ter a geração de gráficos na nuvem, com o objetivo de fornecer ao usuário os gráficos/relatórios mais atualizados por meio de uma interface intuitiva. A operação da plataforma ficará a cargo de um profissional responsável pela demanda agrícola do município – possivelmente, um funcionário da secretaria de agricultura.

A Figura 7 mostra o design da Página Inicial da plataforma, primeiro produto entregue pela equipe em setembro de 2020.

Figura 7 - Página Inicial da plataforma real elaborada em WebAPP



Fonte: Autores (2020)



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

As outras seções da plataforma ainda estão em fase de elaboração, com previsão para conclusão e entrega em dezembro de 2020. Apesar disso, os conceitos e funções atribuídas a cada uma delas já foram estabelecidas. A página Indicadores segue de forma muito parecida a ideia inicial do protótipo, com a sequência de escolhas Grupo → Atributo → Indicador → Propriedades para a apresentação do gráfico de comparação. A

Figura 8 mostra um gráfico de comparação entre as propriedades Sítio São João e Sítio das Rosas, gerado na página Indicadores.

Figura 8 - Gráfico para comparação entre as propriedades fictícias, levando em conta o Grupo Alimento, Atributo Produtividade e Indicador Produção/Área



Fonte: Autores (2020)

4. Conclusões

Para elaborar a plataforma de benchmarking, foi necessário adaptar o conjunto de indicadores baseados no uso da terra para o nível local, ou seja, para que pudessem ser quantificados em relação às atividades realizadas em cada uma das propriedades da bacia hidrográfica do Ribeirão das Lajes. Dessa forma, pôde ser feita a comparação entre as unidades para identificar semelhanças e diferenças no comportamento dos indicadores em cada uma delas, tornando a plataforma uma ferramenta de benchmarking. Além dos indicadores, a plataforma proporciona a possibilidade de se comparar diferentes práticas conservacionistas a partir de sua qualificação baseada em atributos, utilizados para expressar a forma como cada uso/cobertura de terra pode contribuir para a segurança hídrica, energética ou alimentar.

O desenvolvimento da programação do web-aplicativo que abrigará a plataforma tem sido considerado satisfatório, uma vez que o perfil do usuário que se espera atingir diz respeito a um técnico com conhecimento em agricultura/pecuária e meio ambiente, portanto é necessário fazer com que sua experiência ao acessar o aplicativo seja simples e intuitiva, além de poder estar ao alcance de qualquer dispositivo móvel com acesso à internet. Prospecta-se que possam ser gerados relatórios em formato PDF que possam ser impressos e levados até os agricultores em



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

suas propriedades e que, após identificar necessidades utilizando a plataforma, esse técnico esteja apto a fazer sugestões e comentários aos proprietários de terra da bacia hidrográfica.

Os próximos passos dessa pesquisa serão dados no sentido da conclusão do desenvolvimento da plataforma e, em seguida, a apresentação para todo o grupo de pesquisa do projeto. Após essa etapa, será feita a reunião de informações reais referentes às propriedades e às práticas na bacia para abastecimento do banco de dados, que deverá ser montado de forma que possa haver continuidade do projeto caso esta equipe não esteja mais vigente. Além disso, deverão ser encontradas soluções para a hospedagem da plataforma, uma vez que não se sabe qual será o endereço da web em que ela estará disponível e, ainda, para que sua manutenção seja feita de maneira simples e, preferencialmente, gratuita.

5. Agradecimentos

Ao Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento (NUPS), da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP).

À Mariana e ao Otávio, por suas contribuições para com o protótipo da plataforma desenvolvido ao longo do ano de 2020.

Ao grupo de pesquisa montado especialmente para execução do Projeto NEXUS, e suas respectivas instituições.

Aos apoios financeiros do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

6. Referências bibliográficas

BARRETT, C. B. Measuring Food Insecurity. **Science**, [S.L.], v. 327, n. 5967, p. 825-828, 11 fev. 2010. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1182768>.

BATLIWALA, Srilatha. Rural Energy Scarcity and Nutrition: a new perspective. **Economic and Political Weekly**, Nova Delhi, v. 17, n. 9, p. 329-333, 27 fev. 1982.

BIGGS, Eloise M.; BRUCE, Eleanor; BORUFF, Bryan; DUNCAN, John M.A.; HORSLEY, Julia; PAULI, Natasha; MCNEILL, Kellie; NEEF, Andreas; VAN OGTROP, Floris; CURNOW, Jayne. Sustainable development and the water–energy–food nexus: a perspective on livelihoods. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 54, p. 389-397, dez. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.002>.

FRANKS, J. R.; COLLIS, Jimi. **On-farm benchmarking: How to do it and how to do it better**. 2003.

MEKONNEN, Mesfin M.; HOEKSTRA, Arjen Y. Four billion people facing severe water scarcity. **Science Advances**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 1-6, fev. 2016. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1500323>.

(ONU), Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: a agenda 2030 para**



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

o desenvolvimento sustentável. Nova York: Centro de Informação das Nações Unidas Para O Brasil (Unic Rio), 2015. 41 p.

RIJSBERMAN, Frank R.. Water scarcity: fact or fiction? **Agricultural Water Management**, [S.L.], v. 80, n. 1-3, p. 5-22, fev. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.001>.

RUFFING, Kenneth. Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth. **Sustainability indicators: a scientific assessment**, v. 67, p. 211, 2007.