

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Caracterização ambiental e geração potencial de renda em sistemas de
produção de leite a pasto com uso de irrigação na sub-bacia do Ribeirão das
Posses, em Extrema (MG)**

Ana Thereza Ferraz de Almeida Rochelle

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Engenharia de Sistemas
Agrícolas

**Piracicaba
2023**

Ana Thereza Ferraz de Almeida Rochelle
Engenheira Agrônoma

Caracterização ambiental e geração potencial de renda em sistemas de produção de
leite a pasto com uso de irrigação na sub-bacia do Ribeirão das Posses, em Extrema
(MG)

versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **FERNANDO CAMPOS MENDONÇA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Engenharia de Sistemas
Agrícolas

Piracicaba
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Rochelle, Ana Thereza Ferraz de Almeida

Caracterização ambiental e geração potencial de renda em sistemas de produção de leite a pasto com uso de irrigação na sub-bacia do Ribeirão das Posses, em Extrema (MG) / Ana Thereza Ferraz de Almeida Rochelle. versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2023.

93 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Pagamento por serviços ambientais 2. Geração de renda na agricultura 3. Agricultura irrigada 4. Sistema intensivo de produção de leite
I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à meus avós, Carolina, Álvaro, Wilma e Sérgio. Por terem passado a vida adiante e me permitido ser quem sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por ter me permitido chegar até aqui e por nunca me deixar duvidar de que me acompanhava.

Aos meus pais Isaura e Luiz Henrique, por estarem sempre ao meu lado mostrando-me o caminho do bem e a importância do conhecimento e da educação. Por serem meu porto seguro e exemplo de valores e caráter e pelo amor incondicional.

Aos meus avós, Álvaro, Carolina, Sérgio e Wilma, por passarem a vida pra frente de forma tão bonita, por todo amor, carinho e acolhimento e por continuarem olhando por mim, sempre.

Aos meus irmãos Ana Carolina, Ana Beatriz e Luiz Henrique, por todo amor, companheirismo, preocupação, por todos os ensinamentos de vida, por todas as brigas e todas as reconciliações. Por toda a ajuda, cada um à sua maneira e por terem me moldado ao longo da vida de formas que nem imaginam.

Ao Marcus, pelo amor, incentivo, paciência e apoio constante. Por toda calma que me traz e todo acolhimento.

Ao meu cunhado Hernan, por toda cumplicidade, companheirismo e apoio nos momentos difíceis.

Ao melhor orientador do mundo, Fernando Campos Mendonça, pela amizade, confiança, paciência, conhecimento e humildade, por sempre me mostrar o melhor caminho e ser um exemplo como pessoa e profissional.

À Frida, pelo companheirismo incansável e amor inquestionável.

Às amigas Fernanda e Raiara, por serem minhas irmãs de vida e estarem ao meu lado em todos os momentos.

Aos “novos” amigos, que entraram em minha vida e, cada um a seu modo, me mostraram novas realidades, horizontes e pontos de vista. Bianca, Rita, Déia, Marília, Marina, Vivian, Mari, André Mans, André Felipe, Marcus (Viola), Ton, Caio, Athur, Murad, Teló, Murilo e Victor (Elano).

À República Café c/ Leite, por me mostrar a importância da ESALQ, por ajudar na minha formação pessoal e profissional e por ser sempre minha casa.

Aos amigos do Ano Lula.

À minha amiga Lú, pela constante disposição em ajudar.

Aos professores, funcionários e colegas do Departamento de Engenharia de Biosistemas.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
Referências	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Recursos Hídricos.....	13
2.2 Irrigação em pastagens	16
2.3 Novo Código Florestal	17
2.3.1 Cadastro Ambiental Rural – CAR.....	19
2.3.2 Outorga	20
2.4 Pagamento por Serviços Ambientais.....	22
2.4.1 Programa Balde Cheio.....	25
2.5 Pecuária leiteira	26
Referências	28
3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E USO DE IRRIGAÇÃO NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES	37
Resumo	37
Abstract.....	37
3.1 Introdução.....	38
3.2 Material e Métodos.....	40
3.2.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	40
3.2.2 Caracterização ambiental da sub-bacia do Ribeirão das Posses.....	41
3.3 Cálculos hidrológicos	41
3.3.1 Disponibilidade de água para irrigação	41
3.3 Resultados e discussões	44
3.3.1 Caracterização ambiental da sub-bacia do Ribeirão das Posses.....	44
3.4 Cálculos hidrológicos de disponibilidade e demanda.....	52
3.4.1 Disponibilidade.....	52
3.5 Conclusões.....	53
Referências	54
4 GERAÇÃO POTENCIAL DE RENDA NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES.....	57

Resumo.....	57
Abstract	57
4.1 Introdução	58
4.2 Material e métodos	59
4.2.1 Localização e caracterização da área de estudo	59
4.2.2 Caracterização ambiental da sub-bacia do ribeirão das posses	59
4.2.3 Premissas e definições.....	61
4.2.4 Caracterização das propriedades rurais	61
4.2.5 Geração das planilhas base.....	62
4.2.6 Geração de renda.....	63
4.2.7 Pagamento do extensionista	65
4.2.8 Incidência de impostos.....	65
4.3 Resultados e discussões.....	66
4.3.1 Produtividade de leite e receita líquida – Programa Balde Cheio.....	66
4.4 Simulação de produtividade e receita líquida – sub-bacia Ribeirão das Posses	69
4.5 Conclusões	78
Referências.....	78
Anexos.....	81

RESUMO

Caracterização ambiental e geração potencial de renda em sistemas de produção de leite a pasto com uso de irrigação na sub-bacia do Ribeirão das Posses, em Extrema (MG)

O aumento populacional e a demanda crescente por alimentos tornaram urgentes o uso consciente e a preservação da água. A escassez de água em grande parte do planeta e o aumento da demanda por uso de água destacam a importância das políticas públicas para recursos hídricos, como as políticas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA). O presente estudo apresenta dados relevantes sobre o impacto de ações em áreas rurais brasileiras sobre a sub-bacia do Ribeirão das Posses, que fornece água para o Sistema Cantareira, é território integrante dos Comitês de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba Capivari e Jundiá (PCJ) e participa do projeto "Conservador das Águas" (PSA). O trabalho foi dividido em dois capítulos a fim de facilitar a discussão e análise dos dados. No primeiro capítulo são apresentados os dados referentes à situação atual da sub-bacia do Ribeirão das Posses e a disponibilidade hídrica para irrigação da área da bacia. O primeiro capítulo teve por objetivo mostrar a atual situação ambiental da sub-bacia do Ribeirão das Posses, bem como apresentar, por meio de cálculos hidrológicos, a área irrigável total da bacia, a fim de se intensificar a produção pecuária. O trabalho mostra que ainda há necessidade de adequação ambiental das propriedades, chegando-se aos seguintes resultados: (i) 18,47% das áreas da sub-bacia do Ribeirão das Posses ainda necessitam ser convertidas ou identificadas como áreas de preservação; (ii) sob o ponto de vista de aumento de produtividade, a área irrigável com captação a fio d'água não é relevante; (iii) utilizando-se o barramento de água é possível irrigar 85,20% da área de uso agrícola da sub-bacia; e (iv) a utilização de técnicas adequadas pode aumentar a produtividade da área agricultável da sub-bacia do Ribeirão das Posses. O segundo capítulo teve por objetivos: (i) analisar a viabilidade econômica da inserção de extensionistas nas políticas de Pagamentos por Serviços Ambientais, como forma de remuneração indireta; e (ii) estimar o aumento de produtividade e renda das propriedades rurais com acesso à orientação técnica. Obteve-se os seguintes resultados: (i) a inclusão do extensionista na Política de Pagamento por Serviços Ambientais gera aumento de produtividade e de receita para as propriedades rurais; (ii) o uso da irrigação é uma técnica viável para intensificação da produção; (iii) os impostos gerados no período de análise não são suficientes para cobrir os custos do extensionista, porém, comprovou-se o aumento da produtividade e da arrecadação de impostos, evidenciando que o retorno do econômico será futuramente alcançado.

Palavras-chave: Pagamento por serviços ambientais, Geração de renda na agricultura, Agricultura irrigada, Sistema intensivo de produção de leite

ABSTRACT

Environmental characterization and potential income response in pasture-based milk production systems with irrigation use in the Ribeirão das Posses sub-basin, in Extrema (MG)

The population increase and the growing demand for food have made the conscious use and preservation of water urgent. Water scarcity in much of the planet and the rising demand for water usage underscore the importance of public policies for water resources, such as Payment for Environmental Services (PES) policies. This present study presents relevant data about the impact of actions in Brazilian rural areas on the Ribeirão das Posses sub-basin, which supplies water to the Cantareira System, is part of the Piracicaba Capivari and Jundiá (PCJ) Watershed Committees, and participates in the "Conservador das Águas" (PES) project. The work was divided into two chapters to facilitate discussion and data analysis. In the first chapter, data regarding the current situation of the Ribeirão das Posses sub-basin and the water availability for irrigation in the basin area are presented. The first chapter aimed to showcase the current environmental situation of the Ribeirão das Posses sub-basin, as well as to present, through hydrological calculations, the total irrigable area of the basin, to intensify livestock production. The work demonstrates that there is still a need for environmental adaptation of properties, leading to the following results: (i) 18.47% of the areas in the Ribeirão das Posses sub-basin still need to be converted or identified as preservation areas; (ii) from a productivity increase perspective, the irrigable area with direct water intake is not relevant; (iii) by using water impoundment, it is possible to irrigate 85.20% of the agricultural area in the sub-basin; and (iv) the use of appropriate techniques can increase the productivity of the cultivable area in the Ribeirão das Posses sub-basin. The second chapter had the following objectives: (i) analyze the economic viability of integrating extensionists into Payment for Environmental Services policies as a form of indirect remuneration; and (ii) estimate the increase in productivity and income of rural properties with access to technical guidance. The following results were obtained: (i) the inclusion of extensionists in the Payment for Environmental Services Policy generates increased productivity and revenue for rural properties; (ii) irrigation use is a viable technique for production intensification; (iii) the taxes generated during the analysis period are not sufficient to cover the costs of the extensionist, but an increase in productivity and tax revenue was demonstrated, highlighting that the economic return will be achieved in the future.

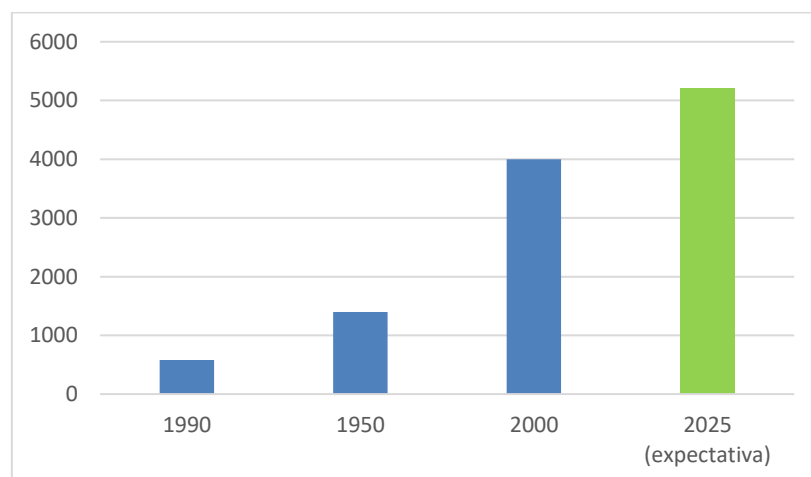
Keywords: Payment for environmental services, Income generation in agriculture, Irrigated agriculture, Intensive dairy production system

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural com usos múltiplos e, por isso, essencial à vida na Terra e ao desenvolvimento socioeconômico da humanidade. As diversas finalidades da água incluem navegação, recreação, uso doméstico e industrial, silvicultura, aquicultura, dessedentação animal e uso agrícola.

O consumo de água total e *per capita* aumentou de forma considerável em todo o planeta ao longo do tempo. Estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU) mostram que, em 1900, o mundo tinha 1,65 bilhão de habitantes e consumia cerca de 580 km³ de água (963 L hab⁻¹ dia⁻¹); em 1950, a população era de 2,519 bilhões e esse consumo elevou-se para 1400 km³ (1523 L hab⁻¹ dia⁻¹); em 2000, a população passou a 6,071 bilhões e o consumo foi 4000 km³ em 2000 (1805 L hab⁻¹ dia⁻¹). Segundo previsões da ONU, é provável que em 2025 a população atinja 8,192 bilhões e o nível de consumo se eleve para 5200 km³ (1739 L hab⁻¹ dia⁻¹). Esse aumento de utilização também evidencia o aumento do número de pessoas que sofrem dificuldades de acesso à água potável, totalizando 1,1 bilhão em todo o planeta e gerando conflitos entre os usuários em várias regiões.

Gráfico 1 – Consumo de água mundial ao longo do tempo (em km³)



Fonte: Dados da autora, através da compilação dos mesmos, anteriormente citados

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2021), a demanda de água no Brasil também vem crescendo continuamente ao longo dos anos, com destaque para o abastecimento

das cidades, indústrias e agricultura irrigada. A retirada para irrigação aumentou de 640 para 965 m³/s nas últimas duas décadas e, em 2020, representava aproximadamente 50% da retirada total pelos usos consuntivos setoriais de água. Estima-se que entre 2020 e 2040 haverá um aumento de 42% das retiradas de água, passando de 1.947 m³ s⁻¹ para 2.770 m³ s⁻¹, um incremento médio de 26 bilhões de m³ ano⁻¹ extraídos de mananciais. Os dados evidenciam a necessidade de ações de planejamento para que os usos se desenvolvam com segurança hídrica, evitando o agravamento das crises hídricas já enfrentadas – que poderiam deixar de ser sazonais e se fixarem como realidade instaurada – garantindo a continuidade dos usos múltiplos da água e o atendimento à população brasileira.

Nesse sentido, algumas ações do poder público têm revelado impacto relevante na tutela dos recursos naturais disponíveis em território nacional, com o aprimoramento de seu uso pelo setor agropecuarista. É o caso do Novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), que atualizou e aprimorou a defasada legislação anteriormente utilizada, datada de 1965. A referida lei criou o Cadastro Ambiental Rural (CAR), que tem se mostrado uma ferramenta imprescindível para o mapeamento e conhecimento das áreas legalmente destinadas à preservação permanente no território brasileiro.

Igualmente relevantes são as ações da ANA, que mapeia o uso dos recursos hídricos nacionais por meio da concessão de outorgas, cuja finalidade é promover o acesso controlado à água, inclusive em propriedades rurais, levando-se em consideração sua disponibilidade nas bacias hidrográficas de cada localidade.

No presente trabalho também é importante citar os projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que representam uma parceria do poder público com os proprietários de terras, que são compensados financeiramente pela preservação voluntária de recursos naturais em suas propriedades. Apesar de ser um progresso na tratativa de preservação ambiental, os valores pagos nos PSAs geralmente são baixos e não garantem um bom nível de renda aos produtores rurais. Isso é particularmente preocupante em bacias hidrográficas com predominância de pequenas propriedades em relevo acidentado. Em tais condições, a fração de área a ser preservada na propriedade pode ser maior que a fração restante para atividades agrícolas. Em tal condição, o agricultor pode ver seu nível de renda ficar abaixo da renda média nacional, o que torna desinteressante a continuidade de suas atividades agrícolas. Portanto, é necessário que os PSAs considerem como premissa a necessidade de garantir um nível de renda adequado em pequenas propriedades rurais.

Como os recursos financeiros são limitados, uma alternativa de modificação dos PSAs seria uma espécie de pagamento indireto, fornecendo um serviço para que os produtores

consigam aumentar a rentabilidade em suas atividades produtivas. O PSA poderia incentivar a intensificação das atividades agrícolas por meio do fornecimento de assistência técnica qualificada, possibilitando o aumento da produtividade e, conseqüentemente, da rentabilidade das atividades agrícolas. O PSA pode valer-se de programas como o ICMS Ecológico, por exemplo, para conseguir recursos e pagar os técnicos extensionistas que darão assistência técnica e promoverão o desenvolvimento das atividades agrícolas, gerando renda aos produtores rurais. Tais técnicos devem ser capacitados ao desenvolvimento das atividades de orientação técnica, necessitando passar por treinamento em arranjos ou programas específicos para tal finalidade.

Um dos arranjos com significativo incremento na preservação de recursos naturais é o Programa Balde Cheio, que objetiva a maximização da produção por meio da adoção de tecnologias adequadas e aprimoramento do uso de recurso hídrico. Tais práticas agregam vantajosos ganhos econômicos, sociais e ambientais à produção de leite por todo território nacional.

Para que o PSA seja bem-sucedido na iniciativa de aumentar a renda dos produtores rurais, não deve causar dependência permanente. Os produtores devem iniciar sua jornada de aumento de rentabilidade em suas atividades com técnicos extensionistas pagos com recursos do PSA, mas com o tempo deverão desenvolver autonomia e serem capazes de pagar pela assistência técnica, liberando recursos para novas iniciativas do próprio PSA, bem como para os programas de incentivo como o ICMS Ecológico. Por outro lado, observa-se que o aumento da produtividade e da rentabilidade das atividades agrícolas também resulta no aumento da arrecadação de impostos, principalmente do próprio ICMS.

Com o objetivo final de gerar desenvolvimento sustentável, tais iniciativas podem ser uma grande inovação no modelo de PSA, contribuindo para melhorar o meio ambiente, a rentabilidade das atividades agrícolas e a arrecadação de recursos para a gestão pública.

Buscando uma melhor discussão sobre os temas apresentados, o presente trabalho foi dividido em dois capítulos. No primeiro discutiu-se a situação ambiental atual da sub-bacia de estudo, mostrando que há necessidade de adequação ambiental. No segundo capítulo foram apresentados cálculos visando analisar a viabilidade econômica da inclusão de extensionistas como pagamento indireto no PSA “Conservador das Águas”, bem como analisar a utilização de irrigação como prática importante para a intensificação de produção nas propriedades rurais da sub-bacia.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Relatório Pleno, Conjuntura dos Recursos**

Hídricos no Brasil, 2021. 2ª Ed., Brasília: ANA, 2021. Disponível em:

<<https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/>>. Acesso em: 19 julho 2022.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação**

nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-

2014/2012/Lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 3 fev. 2022.

ONU – 2021. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos

Hídricos 2021. O Valor da Água. Disponível em:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por>. Acesso em: 15 de março de 2023.

ONU, 2019. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos

Hídricos 2019 – Não deixar ninguém para trás. Disponível em:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_por> Acesso em: 18 abril de 2022.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Recursos hídricos

A água é sempre um recurso natural essencial ao desenvolvimento econômico e social das civilizações humanas. Inicialmente, era utilizada basicamente para dessedentação humana e de animais, e nos usos domésticos e agrícolas. Antigas civilizações como as do Egito, da Mesopotâmia e da China exploravam esse recurso natural na agricultura, em projetos de irrigação ou no controle de inundações. Com o desenvolvimento cultural, a utilização da água expandiu-se, tendo aplicações na infraestrutura social como, por exemplo, o abastecimento de água, as atividades agropecuárias e florestais, a aquicultura e a indústria (TUCCI, 2009).

No planeta, a quantidade total de água tem-se mantido constante há dois bilhões de anos, disposta nas várias fases do ciclo hidrológico e alternando-se entre os estados sólido, líquido e gasoso (CHRISTOPHERSON, 2002). A água doce existente no mundo representa apenas 2,5% do volume total, e sua maior parte localiza-se em geleiras. O aumento populacional aliado ao pensamento comum de que a água é um recurso natural eternamente renovável e abundante levou ao aumento do consumo dos recursos hídricos sem o devido controle (ZOLIN, 2010). Com isso, a disponibilidade *per capita* de água vem diminuindo. Sendo os recursos hídricos escassos em grande parte do planeta, o uso da água ocasiona conflitos entre os usuários e impacta diretamente a qualidade de vida de todos os seres vivos que habitam o globo terrestre.

O conceito de bacia hidrográfica é amplamente estudado, podendo ter as seguintes definições:

“Bacias hidrográficas, também chamadas de bacias de captação ou bacias de drenagem, são áreas delimitadas espacialmente pelos divisores de água, constituídas por uma rede de drenagem interligada, cujo escoamento converge para uma seção comum, denominada seção de controle ou exutório da bacia. (MELO; SILVA, 2013)”; ou ainda

“A bacia hidrográfica é a unidade básica para contabilizar o balanço de água que entra e sai da superfície terrestre. Sempre tem como referência um rio ou riacho, e sua extensão normalmente se inicia no exutório e se estende para as áreas mais altas até os divisores topográficos. Por meio dos diferentes processos hidrológicos, a água que incide sobre estas últimas tende a escoar para as partes mais baixas pela ação da gravidade, pela superfície ou abaixo dela, até o curso d'água. (FERRAZ; LIMA, 2022)”.

A escassez de água atinge várias bacias hidrográficas do mundo; as que têm disponibilidade hídrica per capita menor que $1.000 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ ou relação entre demanda e disponibilidade maior que 0,4 são consideradas críticas (KUNDEWICZ et al., 2007). No relatório publicado em 2021 sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos, a Organização das Nações Unidas (ONU) mensurou que mais de 2 bilhões de pessoas vivem em países em situação de estresse hídrico (ONU, 2021). A ONU considera que, para exercer sem problemas as atividades humanas, sociais e econômicas, deve haver uma disponibilidade anual de água de 3.300 m^3 por habitante (ONU, 2019).

O Brasil detém, unicamente em seu território, 12% da disponibilidade hídrica superficial mundial, com produção hídrica anual nos rios de $179.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (TUCCI, 2001). Dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2019b) mostram que a demanda por uso de água no Brasil deve aumentar em 30% até 2030; porém, os recursos hídricos no Brasil estão concentrados na região Norte, particularmente na Bacia Amazônica. Segundo dados da ANA (2019a), na Região Hidrográfica Amazônica, a vazão específica é de cerca de $30 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^2$, detendo 74% da disponibilidade hídrica do Brasil, enquanto na região do semiárido nordestino, as vazões específicas não ultrapassam $2 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^2$. Na Bacia Amazônica, cada habitante dispõe de 700.000 m^3 de água anualmente, enquanto na Grande São Paulo, cada habitante dispõe de apenas 280 m^3 por ano (TUNDISI, 2008), trazendo diversos problemas sociais e econômicos.

Nota-se, portanto, que a população brasileira não se distribui de acordo com a disponibilidade hídrica. Segundo dados do IBGE (2010), o percentual da população brasileira na região amazônica é de cerca de 5% do total, enquanto na região Nordeste, vivem aproximadamente 25%. Por essa razão, enfrenta-se sérios problemas no tocante ao uso da água nas regiões mais populosas, onde a disponibilidade hídrica é insuficiente.

Uma das tentativas de amenizar esses problemas foi a criação dos Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Comitês PCJ), que são responsáveis pela gestão, planos de ação e metas almejadas para a qualidade ambiental das bacias dessa região. A região tem cerca de 5 milhões de habitantes e abriga o segundo maior polo industrial brasileiro (AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ, 2011).

No âmbito mundial, também há uma grande preocupação com relação à disponibilidade e qualidade da água, uma vez que a qualidade de vida humana é diretamente dependente desse recurso (GLEICK, 2000). Nesse contexto, defende-se que a presença de boa cobertura florestal reduz a erosão e, conseqüentemente, a contaminação dos corpos d'água por sedimentos transportados via enxurrada, e também os resíduos de produtos fitossanitários oriundos de áreas agrícolas a montante. O sistema radicular das florestas ajuda na sustentação do solo e possibilita a redução das taxas de erosão e sedimentos transportados para os rios (REDIN et al., 2016).

A floresta atua tanto na infiltração e no armazenamento de água subterrânea quanto na disponibilidade de água superficial. Os aquíferos são abastecidos principalmente pelos solos de áreas florestadas, devido às boas condições de infiltração (LIMA, 2008); a cobertura florestal atua na interceptação e evaporação da superfície das folhas, transpiração e retenção do orvalho (PERLIS, 2007). Ela se configura como sendo a mais eficiente cobertura do solo para redução da erosão e aumento da vazão subsuperficial, porém, alguns usos do solo devido às atividades humanas também trazem contribuições importantes para a redução da erosão (LOMBARDI NETO, 1993). Um exemplo disto é a pastagem, desde que possua adequada cobertura vegetal.

A insuficiência dos recursos hídricos para atender às demandas de todos os usuários é um problema frequente em diversas bacias hidrográficas. Para resolver esse problema, ou pelo menos diminuir sua gravidade, há necessidade de implantar políticas de gestão econômicas, sociais e ambientais específicas para essa questão (FOLEGATTI et al., 2010). Desta forma, os participantes dos comitês de bacias hidrográficas, inclusive o poder público, são estimulados a buscar soluções para os problemas de escassez e qualidade de água. Uma das soluções propostas é o pagamento por serviços ambientais (PSA), que têm se destacado como um instrumento econômico complementar para a contenção da degradação e promoção de atividades de conservação, além da recuperação e do uso sustentável de ecossistemas naturais (GARCIA; LONGO, 2020).

2.2 Irrigação em pastagens

No Brasil, cerca de 95% da carne bovina é produzida em regime de pastagens, cuja área total é estimada em cerca de 160 milhões de hectares. As pastagens são usadas para alimentação animal, por sua praticidade e melhor relação custo-benefício, constituindo a base de sustentação da atividade (EMBRAPA, 2019). Entretanto, os índices de produção dos animais sob pastejo extensivo são baixos. Conforme Lopes e Abreu (2005), uma das causas dessa baixa produção é a sazonalidade da produção de forrageiras tropicais, devido ao clima. Na maior parte do Brasil, ocorre um longo período com baixas intensidades de chuva, concomitantemente com um fotoperíodo com menor duração e menores temperaturas.

As atividades agrícolas são as maiores consumidoras de recursos hídricos. Estima-se que a agricultura utiliza 70% da água doce captada mundialmente (TUNDISI, 2008); no Brasil, o uso de água na agricultura representa 52% da retirada total e 68,4% dos usos consuntivos (ANA, 2019b). Portanto, qualquer aumento da eficiência de uso de água no meio rural acarretará grande economia de água. Assim, a irrigação deve ser aplicada e realizada de forma eficiente e criteriosa. Reis et al. (2017) relatam que a irrigação possibilita um aumento significativo da disponibilidade de forragem ao longo do ano, uma vez que a produção forrageira aumenta acentuadamente no período de primavera e verão. Nesse período, as temperaturas mínimas não são limitantes ao desenvolvimento de forrageiras tropicais.

A irrigação e o uso de fertilizantes são estratégias recomendadas para aumentar a produção das pastagens, considerando-se o nível tecnológico da exploração pecuária e o retorno econômico (AGUIAR, 2001). Vitor et al. (2009) observaram que a produção de matéria seca de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) aumentou com o uso da irrigação no período seco e durante veranicos na estação chuvosa, além de aumentar a eficiência da adubação nitrogenada pelas condições adequadas de umidade do solo.

Considerando que em bacias com pequenas propriedades e relevo acidentado haverá grande parte da área com cobertura florestal obrigatória, a irrigação é uma técnica que pode ser incentivada em programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), de modo a aumentar a produtividade nas áreas agrícolas. Assim, a produtividade das áreas restantes nas propriedades que aderirem ao PSA pode ser melhorada com técnicas de intensificação da produção, aplicadas com a devida orientação por um programa de assistência técnica.

Um exemplo disso é o Programa Balde Cheio, que visa transferir conhecimento e tecnologia para aumentar a eficiência de sistemas de produção de leite, principalmente aqueles baseados em pastagens, contribuindo para o desenvolvimento da pecuária leiteira em

propriedades familiares. Tem por objetivos a capacitação de profissionais de extensão rural e produtores, a divulgação de tecnologias disponíveis e o monitoramento dos impactos ambientais, econômicos e sociais nas propriedades (CAMARGO et al., 2012). As tecnologias utilizadas pelo programa formam um conjunto interdependente de técnicas de produção intensiva, dentre as quais podem ser citadas: irrigação, correção de fertilidade e adubação, conservação e recuperação da fertilidade do solo, sistema de pastejo rotacionado, implantação de matas ciliares, controle zootécnico do rebanho e análise econômica da produção.

Cada extensionista fica responsável por uma propriedade, denominada “Unidade Demonstrativa” (UD), na qual deverá desenvolver a atividade de orientação do produtor rural no sentido de organizar e otimizar o uso dos recursos produtivos disponíveis e promover o incremento da produção e da produtividade, bem como aumentar o lucro obtido na atividade leiteira.

Os resultados obtidos por esse programa mostram incrementos na produção de leite da ordem de 200% a 1100% na produtividade por área ($L\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) e de 600% a 1400% na margem bruta ($R\$ ha^{-1}\ ano^{-1}$), mostrando a efetividade da orientação técnica na otimização de sistemas de produção (CAMARGO et al., 2006).

2.3 Novo Código Florestal

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, chamada de Novo Código Florestal, ficou conhecida desta forma por ter revogado o Código Florestal de 1965 (Lei nº4771, de 15 de setembro de 1965) (CHIAVARI; LOPES, 2016). Ela permite direcionar recursos e esforços às áreas estratégicas, e também é uma valiosa ferramenta na gestão do território nacional. Além disso, possui grande potencial de melhorar a proteção dos recursos naturais e aumentar a produção agropecuária por meio de ganhos de produtividade, aumentando a eficiência do uso de terras no Brasil (ASSUNÇÃO; CHIAVARI, 2015).

Essa lei define, no capítulo I – Disposições Gerais, em seu Artigo 3º, incisos II e III, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL), tal como segue:

“II - Área de Preservação Permanente (APP): área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a

estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.”

No Capítulo II – Das Áreas de Preservação Permanente, Seção I – Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente, o código considera, em seu artigo 4º, como Áreas de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas:

“I - As faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;

V- As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

IX - No topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d’água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação”.

Ainda, no Capítulo IV – Da Área de Reserva Legal, o caput do artigo 12 define que:

“Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel:

II – Localizados nas demais regiões do País: 20% (vinte por cento)”. Neste caso, referindo-se às demais regiões do país, como as que se encontram fora da área de Amazônia Legal.

2.3.1 Cadastro Ambiental Rural – CAR

A Lei 12.651 de maio de 2012, conhecida como “Novo Código Florestal”, estabelece as regras sobre a Proteção da Vegetação Nativa, incluindo as Áreas de Preservação Permanente (APP), de Reserva Legal (RL) e de Uso Restrito (UR). A Lei criou o Cadastro Ambiental Rural, um registro público eletrônico que no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA) e regulamentado pela Instrução Normativa MMA nº 2, de 5 de maio de 2014, tem a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, a fim de formar uma base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento (BRASIL, 2012).

Mapear e conhecer a vegetação nativa no mundo rural brasileiro é um desafio permanente, dada a dinâmica espacial, temporal e tecnológica das atividades agropecuárias brasileiras. Esse desafio é um dos principais objetivos da Embrapa Territorial, unidade da empresa criada após a promulgação da Lei 12.651 e o surgimento de novas perspectivas para ampliar o conhecimento sobre o papel do mundo rural na preservação da vegetação nativa.

Desde 2016, a equipe da Embrapa Territorial desenvolveu métodos e procedimentos, baseados em geoprocessamento, para tratar os dados do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR). Os resultados obtidos a cada atualização demonstraram o papel único e decisivo do mundo rural brasileiro na preservação ambiental. A atualização constante do mapeamento, da quantificação e da qualificação das áreas destinadas à preservação da vegetação nativa pelo mundo rural traz informações fundamentais para a gestão e a conservação desse grande patrimônio natural em diversas escalas (EMBRAPA, 2021).

De acordo com Embrapa (2021), foram cruzadas as coordenadas geográficas de 5.063.771 estabelecimentos agropecuários do Censo 2017 com os perímetros de 5.953.139 imóveis registrados no CAR até fevereiro de 2021 e identificou 1.885.955 estabelecimentos sem cadastro no SiCAR. Com os dados médios de vegetação nativa levantados pelo Censo do IBGE, a Embrapa Territorial estimou em 55.443.219 ha as áreas dedicadas à preservação nos estabelecimentos não registrados no SiCAR. Isso equivale a 6,5% do território nacional. Já as áreas mapeadas pelos produtores no CAR até fevereiro de 2021, como dedicadas à vegetação nativa, chegam a 227.415.630 hectares, ou 26,7% da área do Brasil. A soma desses dois números resulta em um terço do território brasileiro destinado à preservação pelo mundo rural, a maioria em terras privadas.

Tais informações são relevantíssimas para que o poder público possa fiscalizar a manutenção das áreas de preservação em terras particulares. Um recente estudo demonstrou haver relação direta entre o desmatamento e a redução do volume de chuvas (SMITH et al., 2023), ou seja, o desmatamento induz a diminuição de precipitação e, conseqüentemente, afeta a produção agrícola da área. O referido estudo constatou que, em média, as colheitas diminuem 0,5% para cada ponto percentual de redução da precipitação.

2.3.2 Outorga

A lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, trata da Política Nacional de Recursos Hídricos. Em seu primeiro capítulo apresenta os seguintes fundamentos:

- I- a água é um bem de domínio público;
- II- a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III- em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV- a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V- a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI- a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Visando ao cumprimento, ao controle e à fiscalização de todos esses fundamentos, a lei atribui à Agência Nacional de Águas a análise técnica para emissão da outorga de direito de uso de água em corpos hídricos de domínio da União. São considerados corpos de água de domínio da União: lagos, rios e quaisquer correntes d'água que passam por mais de um estado, ou que são utilizados como limite com outros países ou unidades da Federação. No caso de corpos hídricos de domínio estadual ou do Distrito Federal, a solicitação de outorga deve ser feita diretamente ao órgão gestor estadual de recursos hídricos. A outorga é uma permissão que possui o objetivo de controlar quantitativa e qualitativamente o uso dos recursos hídricos, além de garantir o direito de acesso aos mesmos. São considerados “usos” todas as atividades humanas que causam alterações nas condições naturais das águas, tais como irrigação, geração de energia, abastecimento, hidroelétricas entre outros (ANA, 2019a).

Para o Estado de Minas Gerais, a concessão de outorgas é regida pela Lei nº13.199, de 29 de janeiro de 1999 (MINAS GERAIS, 1999), que dispõe sobre a Política Estadual de

Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais e determina que a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos deve assegurar todos os direitos de acesso à água. Também determina que a responsabilidade de prover esse direito é do poder público, por meio do uso racional e eficiente das águas, coincidindo as demandas com as disponibilidades dos recursos hídricos para os diversos usos destinados em suas respectivas bacias hidrográficas.

Corpos d'água de domínio do estado de Minas Gerais devem ter suas outorgas solicitadas ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM); sendo de domínio federal, as outorgas devem ser submetidas à ANA. É passível de outorga qualquer uso dos corpos hídricos que altere sua quantidade (captações, derivações e desvios) ou qualidade (comparação do estado antecedente em relação a parâmetros monitorados), além do lançamento de efluentes líquidos ou gasosos, sejam eles de origem doméstica ou industrial, tratados ou não, ou ainda que alterem seu regime (barramentos, pontes e bueiros, eclusas, dragagens). Exceção à regra são os usos considerados insignificantes são isentos de outorga, porém, permanece a obrigatoriedade de cadastramento junto ao órgão outorgante (IGAM, 2010).

A determinação dos usos insignificantes é feita pela Deliberação Normativa CERH nº9, de 16 de junho de 2004. Ela estipula que para as Unidades de Planejamento de Gestão de Recursos Hídricos – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, PA1, MU1 e nas bacias dos Rios Jucuruçu e Rio Itanhém, os usos insignificantes são as captações e derivações de águas superficiais com vazão máxima de $0,5 \text{ L s}^{-1}$ e acumulações em volume máximo de 40.000 m^3 . Para as outras regiões do estado, os usos insignificantes são as captações e derivações de águas superficiais menores ou iguais a 1 L s^{-1} e acumulações de volume máximo igual a 5.000 m^3 (MINAS GERAIS, 2004; IGAM, 2010). Pelo mapa apresentado pelo IGAM (Figura 1), observa-se que a Sub-Bacia do Ribeirão das Posses encontra-se na UPGRH PJ1, nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Jaguari.

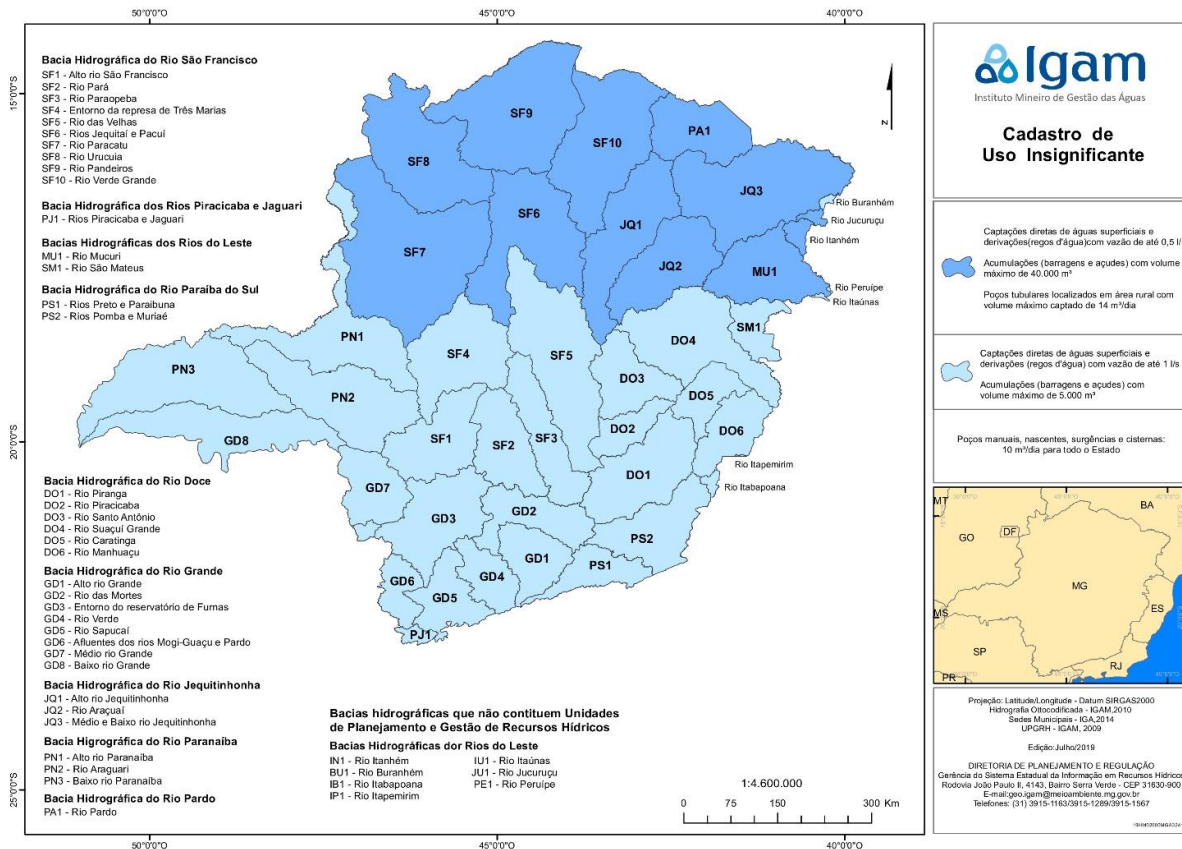


Figura 1 – Divisão do estado de Minas Gerais por Unidades de Planejamento de Gestão de Recursos Hídricos, utilizadas para o Cadastro de Uso Insignificante
 Fonte: IGAM.

2.4 Pagamento por serviços ambientais

Os projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) são transações voluntárias em que os proprietários das terras que preservam recursos naturais como florestas, águas e outros, são compensados financeiramente por agentes públicos ou privados que tenham interesse na preservação desses recursos. Esses projetos conseguem unir a preservação ambiental à geração de renda para os proprietários rurais (ALMEIDA, et al., 2019).

No Brasil, a maioria das ações em PSAs é direcionada a estimular a proteção florestal, tais como os programas Proambiente e Bolsa Floresta, reforçando o papel do Estado. Uma iniciativa que ganhou destaque é o “Projeto Conservador das Águas” em Extrema, Minas Gerais, com forte suporte do governo local (GARCIA; ROMEIRO, 2019).

A primeira experiência de PSA surgiu na Costa Rica, devido ao fato de esse país ter enfrentado as maiores taxas de desmatamento do mundo. Foi implementado pelo National Fund for Forestry Financing (FONAFIFO), um projeto de PSA de alcance nacional, e teve por finalidade realizar pagamentos a usuários de terras que realizam serviços ambientais e visam à

redução de emissões de gases poluidores, à proteção de bacias hidrográficas e à conservação da biodiversidade e da beleza natural. Os recursos financeiros advêm do recolhimento dos impostos e de empresas privadas (FAVRETTO, 2012).

Muitas experiências e projetos estão em desenvolvimento na esfera federal brasileira, a maioria voltada à melhoria na qualidade e quantidade dos recursos hídricos em municípios de grande importância para o abastecimento de grandes populações. O Programa Produtor de Água é uma iniciativa da Agência Nacional de Águas (ANA, 2019a) que objetiva a proteção hídrica pela redução da erosão e do assoreamento dos mananciais nas áreas rurais. Seu objetivo é promover a conservação e a restauração da mata nativa, de modo a melhorar a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos à jusante (PENKAITIS, et. al., 2020).

Nas bacias hidrográficas PCJ foi implantado o projeto “Conservador das Águas”, que iniciou suas atividades na sub-bacia do Ribeirão das Posses, no município de Extrema (MG). É um programa que se destaca por ser o pioneiro na implantação do conceito de PSA nas bacias PCJ e por ser a primeira iniciativa municipal que relaciona a preservação da floresta à conservação do solo, à qualidade e à quantidade de água. Sua importância reside no fato de que grande parte das nascentes de Extrema contribuem para o armazenamento de água no sistema Cantareira, uma rede de represas e canais que abastece a Grande São Paulo (THE NATURE CONSERVANY - TNC, 2015).

Esse projeto foi regularizado pela Lei Municipal 2.100/05, com a justificativa de que os proprietários rurais que preservam e conservam os mananciais devem ser remunerados como prêmio pelo trabalho realizado e estímulo à continuidade das ações. O projeto teve início na sub-bacia do Ribeirão das Posses, com a justificativa de que esta possuía a menor cobertura vegetal de Extrema. O uso predominante do solo na sub-bacia é a pastagem com a finalidade de alimentação animal na pecuária leiteira. No início do trabalho, essas pastagens encontravam-se em elevado grau de degradação e com baixa taxa de lotação animal (número de animais por área). Isso favorecia a ocorrência de erosão dos solos da bacia, que naturalmente possuem alta suscetibilidade à erosão devido às características intrínsecas e ao relevo acidentado (SILVA et al., 2008).

O “Conservador das Águas” consiste no pagamento, pela prefeitura, a proprietários de imóveis rurais situados nas margens dos cursos d’água que aderirem voluntariamente ao projeto e cumprirem as ações de proteção e restauração florestal. Tem por objetivos: aumentar a cobertura vegetal, diminuir a fragmentação florestal e implantar corredores ecológicos; reduzir a poluição dos recursos hídricos devido à erosão e à falta de saneamento; e garantir a

sustentabilidade socioambiental dos manejos e práticas implantados por meio de incentivos financeiros aos produtores rurais (EXTREMA, 2008).

A base conceitual do projeto é a adesão voluntária e em pagamentos feitos durante e após a implantação do projeto, baseados no cumprimento de metas preestabelecidas e na proposição de práticas e manejos flexíveis.

Tem como metas: (i) a adoção de práticas conservacionistas de solo; (ii) a implantação de sistemas de saneamento ambiental; (iii) implantação e averbação de áreas de preservação; e (iv) manutenção das áreas de preservação permanente. O pagamento aos proprietários é calculado com base em valores de referência de erosão, cobertura vegetal e saneamento ambiental. Cada meta pode valer até 25 Unidades Fiscais de Extrema (UFEX), podendo resultar em um total de 100 UFEX se forem atingidas as quatro metas. De acordo com o decreto nº 3.084, de 27 de setembro de 2021, a UFEX foi fixada em R\$ 3,44 (três reais e quarenta e quatro centavos). Portanto, o máximo valor anual recebido será de R\$ ha⁻¹ 344,00. Os recursos financeiros para o pagamento aos produtores advêm de recursos do município alocados no orçamento e no Programa Plurianual.

Apesar da assinatura dos contratos, há produtores rurais que receiam aderir ao projeto por medo de perder renda com a redução da área cultivada, mesmo participando do PSA, pois não há garantia de continuidade do pagamento após o fim do período de contrato. Além disso, os valores pagos não resultam em uma rentabilidade que garanta um bom nível de renda aos produtores, principalmente em pequenas propriedades rurais. Portanto, é necessário pensar em modificações no PSA, de modo a estimular o engajamento dos produtores rurais, o aumento de renda e a perenidade de suas atividades.

Como a atividade predominante na bacia do Ribeirão das Posses é a pecuária leiteira, no presente trabalho buscou-se alternativas para preservação ambiental e aumento de rentabilidade nessa atividade, que é predominantemente realizada em sistemas de produção a pasto. A orientação técnica adequada para uso de técnicas de intensificação da produção leiteira a pasto, tais como a adubação, o pastejo rotacionado e a irrigação melhoram as condições para a produção das forrageiras. Se essas técnicas forem aplicadas nas áreas restantes para o cultivo, resultarão em aumento da produção de alimento para o gado. Quando bem manejadas, as pastagens adubadas e irrigadas em sistema de pastejo rotacionado colaboram para a conservação do solo e da água, e podem aumentar significativamente sua capacidade de suporte de animais e a produção animal.

Assim, a orientação técnica pode resultar em preservação ambiental com aumento da rentabilidade das atividades pecuárias e da renda dos produtores rurais.

2.4.1 Programa Balde Cheio

O Programa Balde Cheio – anteriormente chamado de Projeto Balde Cheio – foi criado pela Embrapa Pecuária Sudeste com o intuito de difundir tecnologia para ajudar os produtores de leite, independentemente de seu porte. Em 2019, o programa atendeu 1.609 propriedades em 468 municípios de 19 estados, capacitando cerca de 260 técnicos que atuam em 326 Unidades Demonstrativas (UDs) e 1.283 propriedades rurais (EMBRAPA, 2019). Entretanto, ainda não há aplicação desse projeto no município de Extrema-MG.

O objetivo principal do projeto é o treinamento de extensionistas sobre sistemas intensivos de produção de leite, de modo que os produtores rurais tenham acesso à assistência técnica adequada. Para atingir tal objetivo, o projeto realiza treinamentos de capacitação de técnicos, promove parcerias entre órgãos da agropecuária ligados à atividade leiteira e faz a conexão entre a pesquisa e a extensão rural, por meio da capacitação técnica e gerencial adequada à realidade de cada produtor e propriedade rural (CAMARGO; NOVO, 2012).

O modelo do projeto baseia-se no treinamento de técnicos autônomos, de instituições públicas e privadas, para a transferência de tecnologia aplicada à produção intensiva de leite a pasto. Tal trabalho é feito em propriedades rurais, denominadas Unidades Demonstrativas (UDs), consideradas como salas de aula (EMBRAPA, 2017). Na UD, as técnicas aplicadas pelo projeto são passadas aos produtores e aos técnicos em treinamento, que acompanharão o desenvolvimento das atividades para que, futuramente, possam difundir as tecnologias a outras propriedades (EMBRAPA, 2017). Estima-se que cada técnico consiga dar assistência a vinte (20) produtores e o trabalho aprendido na UD pode ser multiplicado rapidamente em outras propriedades rurais (CAMARGO; NOVO, 2012).

O trabalho segue um esquema de visitas frequentes à UD, de modo a garantir a orientação adequada ao produtor rural por parte do técnico extensionista. Por sua vez, o extensionista recebe orientação de um profissional multiplicador, com grande conhecimento sobre sistemas de produção de leite. O primeiro multiplicador e idealizador do programa, foi o pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, Arthur Chinelato, idealizador do Programa Balde Cheio. Entretanto, como o Programa espalhou-se por todo o Brasil, foi necessária a inclusão de outros profissionais como multiplicadores, todos credenciados pela Embrapa após passarem pelo treinamento no próprio projeto.

O técnico extensionista faz visitas mensais a cada produtor, durante as quais analisa o estado atual do sistema de produção e orienta o produtor nas tarefas a serem executadas. O multiplicador faz visitas trimestrais, durante as quais analisa a situação atual da

propriedade e a evolução do aprendizado do extensionista e do produtor rural, e discute com eles o planejamento de atividades para o próximo quadrimestre. Cabe ao produtor fazer as anotações de todos os dados pertinentes, bem como seguir rigorosamente as recomendações acordadas com o técnico.

Como o projeto tem caráter autonomista, a assistência técnica deve ser paga desde o início. Portanto, o produtor rural que concordar em cadastrar sua propriedade como UD deve pagar pelo trabalho do extensionista que o assiste. Entretanto, em muitos casos, o pagamento é parcial, pois as instituições parceiras do Programa Balde Cheio assumem a maior parte dos custos dos extensionistas em treinamento. Após quatro anos de treinamento para o trabalho no projeto, o técnico extensionista e o produtor rural deverão assumir integralmente suas funções e combinar o pagamento integral da assistência técnica (EMBRAPA, 2017).

2.5 Pecuária leiteira

A atividade leiteira representa no Brasil um importante ramo da sua economia, contribuindo de forma significativa para a geração de renda, emprego e cidadania. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o Brasil produziu em 2018, mais de 35 bilhões de litros de leite (EMBRAPA, 2018). Em seu relatório de 2018, a Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (FAEMG) comunicou que o estado de Minas Gerais foi responsável por 25,5% da produção nacional de leite, com um total de 8,9 bilhões de litros (FAEMG, 2018).

As limitações já existentes à produção de alimentos para uma população global crescente têm sido uma fonte de debate e preocupações constantes. A população aumentou de 2,5 bilhões, em 1950, para 8 bilhões em 2022. As projeções populacionais da ONU indicam que o total mundial pode atingir entre 9 e 10 bilhões em 2050 (ALEXANDRATOS; BRUINSMA, 2012). O contínuo aumento populacional tem gerado grande pressão pelo aumento da produção de alimentos, cuja demanda mundial pode aumentar em 70 a 100% até 2050. Ao mesmo tempo, os produtores rurais têm enfrentado um período de grande competição por terras, água e energia, confrontado com a crescente necessidade de uma produção sustentável (CONFORTI, 2011).

O aumento dos preços dos alimentos incentiva investimentos na produção, bem como o aumento de incentivos políticos e governamentais no setor (RICHARDSON; MCKIE; SINHA, 2010). Nas últimas décadas, terras produtivas têm sido perdidas para a urbanização e outros usos humanos, além das perdas causadas pelo uso não sustentável (BARTON;

BENNETT, 2011). Desta forma, a melhor maneira de acompanhar a necessidade de aumento de produção é o aumento da produtividade de forma sustentável.

A intensificação da produção agrícola de forma sustentável é definida como um aumento de produção por área, sem acréscimo de área produtiva ou geração de impactos ambientais adversos. A intensificação da produção de leite a pasto tem sido associada ao aumento do uso de insumos como fertilizantes nitrogenados e à importação de nutrientes (MACDONALD et al., 2017), porém, a utilização de tais técnicas está relacionada a problemas ambientais como o aumento de gases de efeito estufa e a degradação da água e do solo (FOOTE; JOY; DEATH, 2015). Muñoz et al. (2016) defendem que estratégias de manejo de pastagem que otimizem o consumo de matéria seca digestível e o consumo de forragem por vacas podem melhorar o uso do solo e mitigar os problemas ambientais relacionados aos sistemas leiteiros. Uma melhor cobertura do dossel da pastagem diminui o transporte de solo e nutrientes, evitando a contaminação e a sedimentação dos cursos d'água (MCDOWELL; HOULBROOKE, 2009). Congio et al. (2018) afirma que o manejo de pastagens visando à redução do alongamento do caule em pastos de gramíneas forrageiras tropicais otimiza os processos inerentes ao crescimento da planta e resulta em maior produtividade de leite. Entretanto, produtores de leite frequentemente adotam estratégias inadequadas de manejo de pastagem, resultando em baixos níveis de produtividade.

Segundo dados do Global Dairy Platform (GDP, 2017), o leite encontra-se entre os cinco produtos mais comercializados, tanto em volume quanto em valor, além de ser uma das principais *commodities* do mundo; cerca de 10% da população mundial têm sua sobrevivência diretamente ligada à produção de leite. Hemme (2018) destaca que, de acordo com dados da International Fact-Checking Network (IFCN), o consumo de leite vem crescendo à taxa média de 1,2% ao ano desde 1999.

O agronegócio do leite e seus derivados desempenha um papel relevante no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população. A pecuária leiteira representa uma boa alternativa para melhorar a autoestima de produtores, que podem encontrar nessa atividade uma maneira de melhorar suas condições de subsistência, alcançando mecanismos que lhes proporcionem meios de atender suas necessidades básicas (AGOSTINHO DE SOUZA, 2019).

O setor ainda se caracteriza por desenvolver suas atividades de forma extensiva, gerando baixas produtividades que estão diretamente ligadas às restrições técnicas sofridas

pelos produtores ou a razões econômicas decorrentes das condições de mercado (PROSEKOV; IVANOVA, 2018).

Referências

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ – Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Relatório de Gestão e Situação das Bacias PCJ 2011, 2011. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/comitespcj.htm>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2022.

AGUIAR, A.P. **Manejo de pastagens**. 2001.

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. World agriculture towards 2030/2050 - The 2012 Revision. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ESA Working Paper. June 2012.

ALMEIDA, M.R.R., SILVA, R.F., SANTOS, E. A. C. Análise do potencial de implantação de projetos de pagamento por serviços ambientais (PSA) na região de Uberlândia. **Holos**, 1, p. 1-17, 2019. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2533/pdf>>. Acesso em 18 julho 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA 2019a. **link de acesso**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/quem-regula/rios>. Acesso em 12 out 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Manual de usos consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019b. 75 p.10 : il. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf. Acesso em : 23 de agosto de 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Relatório Pleno, Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**, 2021. 2ª Ed., Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <<https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/>>. Acesso em: 19 julho 2022.

AGOSTINHO DE SOUZA, M. **Projeto balde cheio como ferramenta de educação e transferência de tecnologia aplicada à bovinocultura de leite em pequenas propriedades rurais no município de São João Evangelista (MG)**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 93p., 2019.

ASSUNÇÃO, J.; CHIAVARI, J. **Towards efficient land use in Brazil**. Climate Policy Initiative, Sept. 2015. (The new climate economy: the Global Commission on the Economy and Climate). Disponível em: <<http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2015/09/Towards-Efficient-Land-Use-in-Brazil.pdf>>. Acesso em: 28 junho 2022.

BARTON, G.; BENNETT, B. **The environment**. [s.l: s.n.] v. 2, 2011.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 3 fev. 2022.

CAMARGO, A.C. de; NOVO, A.L.M. Embrapa Pecuária Sudeste. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2012.

CAMARGO, A.C.; NOVAES, N.J.; NOVO, A.L.M.; MENDONÇA, F.C.; MANZANO, A.; ESTEVES, S.N.; STIVARI, A.; VICENTE, J.M.; SEGUNDO, M.A.F.; ROSSETTI, R.C.; RIBEIRO, W.M.; FARIA, V.P. **Projeto Balde Cheio**: Transferência de tecnologia na produção leiteira - Estudo de caso da chácara São Francisco, de Flórida Paulista, SP”. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 10 p. (Comunicado Técnico, 72).

CHIAVARI, J.; LOPES, C.L. Os caminhos para a regularização ambiental: decifrando o novo código florestal. In: SILVA, A.P.M.da; MARQUES, H.R.; SAMBUICHI, R.H.R. (Org.) **Mudanças no código florestal brasileiro: desafios para a implementação da nova lei.** hi - Rio de Janeiro: Ipea, 2016. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2016. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9221> Acesso em: 12 jun. 2022.

CHRISTOPHERSON, R.W. **Geosystems:** an introduction to physical geography. 4th. ed. Upper saddle River. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 626 p.

CONFORTI, P. Looking ahead in world food and agriculture: Perspectives to 2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011.

GUILHERMO F.S. CONGIO, CAMILA D.A. BATALHA, MARÍLIA B. CHIAVEGATO, ALEXANDRE BERNDT, PATRÍCIA P.A. OLIVEIRA, ROSA T.S. FRIGHETTO, THOMAS M.R. MAXWELL, PABLO GREGORINI, SILA C. DA SILVA, Strategic grazing management towards sustainable intensification at tropical pasture-based dairy systems, Science of The Total Environment, Volume 636, 2018, Pages 872-880. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.301> >

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Análise CAR - 2021.**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/car-2021/introducao>>. Acesso em: 19 julho 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Pastagens.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina/producao-de-carne-bovina/pastagem> >. Acesso em: 19 julho 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Anuário Leite 2018.** São Paulo: Texto Comunicação Cooperativa, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Balde Cheio.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2017.

- EXTREMA. Departamento de meio ambiente. **Projeto água é vida**: diagnóstico socioambiental em sub-bacias hidrográficas no município de Extrema. Extrema, 2008.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FAEMG. Programa Balde Cheio em Minas Gerais - Relatório 2017. Programa Balde Cheio. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2018.
- FAVRETTO, D. Análise do sistema de pagamento por serviços ambientais no âmbito internacional. In: UNIVERSITAS E DIREITO, 2012, **Anais ...** Paraná, 2012. p. 134-151.
- FERRAZ, S.F.B.; LIMA, W. de P. **Hidrologia florestal aplicada**: planejando as interações entre a floresta e a água. São Paulo: EDUSP, 2022. 314 p.
- FOLEGATTI, M.V.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R.M.; ZOLIN, C.A.; GONZÁLES, A.M.G.O. Transposição de água e disponibilidade hídrica das Bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (BH-PCJ). In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA – CLIA,; 9. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 34, 2010, Vitória. **Trabalho completo...** Vitória: SBEA, 2010. p.1-10.
- FOOTE, K.J.; JOY, M.K.; DEATH, R.G. New Zealand Dairy Farming: Milking Our Environment for All Its Worth. **Environmental Management**, v. 56, n. 3, p. 709–720, 2015.
- GARCIA, J.E.; ROMEIRO, A.R. Pagamento por serviços ambientais em extrema, Minas Gerais: avanços e limitações. **Revista Ibero americana de Economia Ecológica**, 29, 1, p.11-32, 2019. Disponível em: <
<https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/61/160>>. Acesso em: 18 julho 2022.

GARCIA, J.M.; LONGO, R.M. Análise comparativa dos programas de Pagamento por Serviços Ambientais hídricos em Extrema/MG e Campinas/SP. In: FÓRUM AMBIENTAL, 16., 2020, Alta Paulista. **Anais ...** Alta Paulista: 2020. p.104-118.
Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/347476339_Analise_comparativa_dos_programas_de_Pagamento_por_Servicos_Ambientais_hidricos_em_ExtremaMG_e_CampinasSP> DOI: 10.17271/1980082716620202663 Acesso em 07 de maio de 2020,

GLOBAL DAIRY PLATFORM – GDP. **Annual Review 2016**. Rosemont, IL, [2017].
Disponível em: <<https://www.globaldairyplatform.com/wp-content/uploads/2018/04/2016-annual-review-final.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

GLEICK, P.H. How much water is there and whose is it? In: THE WORLD'S WATER 2000-2001. 2000, **Anais...** Washington: Island Press, 2000. p. 19.38.

HEMME, T. (ed.). **IFCN Dairy Report 2018**. Kiel, Germany: IFCN, 2018.

IBGE. **Primeiros dados do Censo 2010**. Disponível em:
<http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/index.php>. Acesso em: 6 jan. 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Igam, 2010. 113 p.

KUNDZEWICZ, Z.W.; MATA, L.J.; ARNELL, N.W.; DOLL, P.; KABAT, P.; JIMÉNES, B.; MILLER, K.A.; OKI, T.; SEN, Z.; SHIKLOMANOV, I.A. Freshwater resources and their management. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth In: PARRY, O.F.; CANZIANI, J.P.; PALUTIKOF, P.J.; VAN DER LINDEN and HANSON, C.E. **Assessment report of the intergovernmental panel on climate change**. Cambridge University Press: Cambridge, UK, p.173-210, 2007.

LIMA, W.P.N. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas.**

Piracicaba: ESALQ, 2008. 245 p.

LOMBARDI NETO, F. Degradação de pastagens. In: Encontro sobre recuperação de

pastagens, 1, 1993, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993.

p. 49-60.

LOPES, P. S., e ABREU, U.G.P. Análise de Sistemas de Produção Animal – Bases Conceituais. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2005. Disponível em: <

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/784044/1/DOC79.pdf> >. Acesso em:

19 de julho de 2022.

MACDONALD, K.A.; PENNO, J. W.; LANCASTER, J. A. S.; BRYANT, A. M.; KIDD, J.

M.; ROCHE, J.R. Production and economic responses to intensification of pasture-

based dairy production systems. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 8, p. 6602–6619,

2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-12497>>. Acesso em: 02 de

outubro de 2020.

MCDOWELL, R.W.; HOULBROOKE, D.J. Management options to decrease phosphorus and sediment losses from irrigated cropland grazed by cattle and sheep. **Soil Use and**

Management, v. 25, n. 3, p. 224–233, 2009.

MELO, C.R. de; SILVA, A.M. da. **Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas.**

Lavras: Ed. UFLA, 2013. 455 p.

MINAS GERAIS. **Lei nº 13.199 de 29 de janeiro de 1999.** Diário do Executivo – Minas Gerais, jan.1999. Disponível em:

<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>>. Acesso em: 19 julho

2022.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa CERH - MG nº 09**, de 16 de junho de 2004.

Diário do Executivo – Minas Gerais, jul.2004. Disponível em:

<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/>>. Acesso em: 19 julho 2022.

- MUÑOZ, C.; P.A. LETELIER; E.M. UNGERFELD; J.M. MORALES; S. HUBE; L.A. PÉREZ-PRIETO. Effects of pregrazing herbage mass in late spring on enteric methane emissions, dry matter intake, and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 7945–7955, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-10919>>. Acesso em: 16 de setembro de 2022.
- ONU – 2021. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021. O Valor da Água. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por>. Acesso em: 15 de março de 2023.
- ONU, 2019. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019 – Não deixar ninguém para trás. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_por> Acesso em: 18 abril de 2022.
- PENKAITIS, G.; IMBERNON, R.A.L.; VASCONCELOS, C.M.S. de. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA): o papel do conhecimento geocientífico no protagonismo social. **Terra e Didática**, 16. p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8659281>. Acesso em: 19 jul. 2022.
- PERLIS, A. An International Journal of Forestry and Forest Industries. **Unasyuva**. Rome, v. 58, n. 229, p.1-72, 2007.
- PROSEKOV, A.Y.; IVANOVA, S.A. Food security: The challenge of the present. **Geoforum**, v. 91, n. February, p. 73–77, 2018.
- REDIN, M., GIACOMINI, S. J., FERREIRA, P. A. A., ECKHARDT, D. P. Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio. In: TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil**: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS, 2016. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/149123>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

- REIS, M.M.; SANTOS, L.D.T.; OLIVEIRA, F.G.; SANTOS, M.V. Irrigação de Pastagens tropicais: desafios e perspectivas. **Revista UNIMONES Científica**, v. 19, n. 1, p. 178-190, 2017.
- RICHARDSON, J.R.; MCKIE, J.; SINHA, K. The need for a new framework for the economic evaluation of health services in a national health scheme. **Health**, v. 2, n. 9, p. 1120–1133, 2010.
- SILVA, M.A.; LIMA, G.C.; SILVA, M.L.N.; FREITAS, D.A.F.; OLIVEIRA, A.H.; SANTOS, W.J.R.; PEREIRA, P.H.; SANTOS, D.G.; VEIGA, F. Levantamento de solos e diagnóstico da degradação do solo e da água em função do uso. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 17, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/produagua>. Acesso em: 2 jan. 2019.
- SMITH, C.; BAKER, J.C.A.; SPRACKLEN, D.V. Tropical deforestation causes large reductions in observed precipitation. 2023. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41586-022-05690-1>>. Acesso em: 16 de março de 2022.
- THE NATURE CONSERVANCY – TNC. **Produtor de Água no PCJ**. Pagamento por Serviços Ambientais - lições aprendidas e próximos passos, 2015. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/quem-somos/publicacoes/produtor-de-agua-pcj-licoes-aprendidas.pdf> Acesso em: 13 nov. 2022.
- TUCCI, C.E.M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156p.
- TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4ªed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2009. 938 páginas.
- TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22 n. 63, p. 7-16. 2008.

VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p.435-442, 2009.

ZOLIN, C.A. **Análise e otimização de projetos de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIF) – o caso do município de Extrema, MG**. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E USO DE IRRIGAÇÃO NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES

Resumo

Este trabalho apresenta dados relevantes ao impacto de ações focadas em áreas rurais brasileiras. Amparado em dados divulgados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a qual baseou-se em informações do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (CAR), o presente estudo traz uma análise da sub-bacia do Ribeirão das PosSES (Extrema/MG), a qual faz parte do abastecimento do Sistema Cantareira e integra a Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba e os Comitês de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba Capivari e Jundiá (PCJ). Este estudo também converge com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), criados pela ONU em 2015, para serem alcançados até 2030. Os objetivos do presente trabalho foram analisar a atual cobertura florestal da sub-bacia do Ribeirão das PosSES, de modo a verificar a necessidade de adequação ambiental das propriedades, bem como apresentar cálculos hidrológicos de área irrigável total da sub-bacia, com e sem a construção de barragens, a fim de intensificar a produção pecuária. Por meio da análise dos dados e cálculos, obteve-se os seguintes resultados: (i) 18,47% das áreas da sub-bacia do Ribeirão das PosSES ainda necessitam ser convertidas ou identificadas como áreas de preservação; (ii) sob o ponto de vista de aumento de produtividade, a área irrigável com captação a fio d'água não é relevante; (iii) utilizando-se de barragens é possível irrigar 85,20% da área de utilização agrícola da sub-bacia; e (iv) a utilização de técnicas adequadas, sob orientação de extensionistas capacitados, possibilita aumentar a produtividade da área agricultável da sub-bacia do Ribeirão das PosSES.

Palavras-chave: recursos hídricos, produção de alimentos, Bacia do Rio Piracicaba, legislação ambiental, armazenamento de água.

Abstract

This study presents relevant data on the impact of actions focused on rural areas in Brazil. Supported by data published by the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), which relied on information from the Rural Environmental Registry System (CAR), the current study provides an analysis of the Ribeirão das PosSES sub-basin (Extrema/MG), which is part of the Cantareira System water supply and integrates the Piracicaba River Basin and the Piracicaba, Capivari, and Jundiá (PCJ) Basin Committees. This study also aligns with some of the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs), established in 2015 to be achieved by 2030. The objectives of this study were to analyze the current forest cover of the Ribeirão das PosSES sub-basin to assess the need for environmental adaptation of properties, as well as to present hydrological calculations for the total irrigable area of the sub-basin, with and without dam construction, to intensify livestock production. Through data analysis and calculations, the following results were obtained: (i) 18.47% of the areas in the Ribeirão das PosSES sub-basin still need to be converted or designated as preservation areas; (ii) from a productivity increase perspective, the irrigable area with direct water intake is not significant; (iii) using dams, it is possible to irrigate 85.2% of the agricultural utilization area of the sub-basin; and (iv) the use of appropriate techniques, under the guidance of trained extension experts, enables an increase in the productivity of the cultivable area of the Ribeirão das PosSES sub-basin.

Keywords: water resources, food production, Piracicaba River Basin, environmental legislation, water storage.

3.1 Introdução

A água é um recurso estratégico para a humanidade, uma substância essencial à vida, fundamental para manutenção da biodiversidade e de todos os ciclos naturais (TUCCI, 2009).

De toda a água existente no planeta, apenas 3% é água doce e 0,01% encontram-se nos rios, ficando parcialmente disponível para uso. O restante está em geleiras, icebergs e em aquíferos profundos. Portanto, as águas que constituem rios e lagos nos continentes, e as águas subterrâneas são relativamente escassas (SOPHOCLEOUS, 2004).

A Organização das Nações Unidas (ONU) considera que, para exercer sem problemas as atividades sociais e econômicas, cada habitante deva ter uma disponibilidade anual de 2.500 m³ de água (689 L dia⁻¹). Dados da Agência Nacional das Águas (BRASIL, 2021) mostram que a demanda por uso de água no Brasil deve aumentar em 30% até 2030. Para que o país não passe por crises hídricas no futuro, pesquisadores, empresas e órgãos públicos devem buscar soluções para evitar o desperdício.

Bacias hidrográficas, também denominadas bacias de captação ou bacias de drenagem, podem ser definidas por um espaço físico com área delimitada por divisores de água e uma rede interligada de drenagem que converge para uma seção comum, denominada seção de controle ou exutório da bacia (MELO; SILVA, 2013). A utilização das áreas que formam uma bacia hidrográfica, somando os eventos antrópicos e naturais, influencia diretamente a qualidade e a quantidade de água presente nela. A intervenção humana pode degradar ou recuperar bens, produtos e serviços. Atualmente há uma grande preocupação mundial com relação à disponibilidade e qualidade da água, pois a qualidade de vida humana depende diretamente desse recurso (GLEICK, 2000).

A presença de boa cobertura florestal reduz a erosão, a contaminação dos corpos d'água por sedimentos transportados por escoamento superficial e os resíduos de produtos fitossanitários oriundos de áreas agrícolas a montante. Além disso o sistema radicular da vegetação ajuda na sustentação do solo e possibilita a redução das taxas de erosão e sedimentos transportados para os rios (REDIN et al., 2016).

Em 2015, a ONU promoveu uma reunião com os 193 Estados-membros, com a finalidade de acordar medidas transformadoras para colocar o mundo em um caminho sustentável (ONU, 2015). Foi criada a “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, comprometida com as pessoas, o planeta, a promoção da paz, da prosperidade e de parcerias. Por meio de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), essa agenda propõe 169 metas que buscam, de forma universal, integrada e transformadora, alcançar um mundo

melhor (BRASIL, 2017). No que concerne a esses objetivos, o presente trabalho propõe ações diretamente ligadas a pelo menos três ODS (Figura 1).



Figura 2 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) referentes às ações abordadas no presente trabalho.

Fonte: ONU (2015).

Desde 2016 a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vem desenvolvendo métodos e procedimentos baseados em geoprocessamento para tratar os dados do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). Os resultados obtidos a cada atualização demonstram o papel único e decisivo das áreas rurais brasileiras na preservação ambiental. A atualização constante desse mapeamento traz informações fundamentais para a gestão e a conservação do patrimônio natural em diversas escalas, considerando a quantificação e a qualificação das áreas destinadas à preservação da vegetação nativa nas áreas rurais.

A Embrapa Territorial cruzou as coordenadas geográficas de 5.063.771 estabelecimentos agropecuários do Censo 2017 com os perímetros de 5.953.139 imóveis registrados no CAR até fevereiro de 2021 e identificou 1.885.955 estabelecimentos sem cadastro no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR). Com os dados médios de vegetação nativa levantados pelo Censo do IBGE, a Embrapa Territorial estimou em 55.443.219 de hectares as áreas dedicadas à preservação nos estabelecimentos não registrados no SiCAR, equivalentes a 6,5% do território nacional. Já as áreas mapeadas pelos produtores no CAR até fevereiro de 2021, como dedicadas à vegetação nativa, chegam a 227.415.630 hectares, ou 26,7% do Brasil. A soma desses dois números resulta em um terço do território brasileiro destinado à preservação em propriedades rurais, a maioria em terras privadas, (EMBRAPA, 2021).

O presente trabalho utilizou-se desse estudo para analisar alguns aspectos da sub-bacia do Ribeirão das Posses, localizada no município de Extrema-MG. A sub-bacia possui área de aproximadamente 1200 ha, na qual o solo predominantemente ocupado por pastagens (73%) e

a principal atividade é a bovinocultura de leite; a maioria das propriedades possui taxa de lotação acima de sua capacidade de suporte, sendo a maioria delas altamente degradadas, (REIS, 2018). A sub-bacia tem grande importância por integrar o conjunto de nascentes que abastecem o Sistema Cantareira, além de fazer parte da Bacia Hidrográfica Rio Piracicaba e participar do Consórcio das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Consórcio PCJ).

É importante que a água esteja disponível com boa qualidade e em quantidade suficiente para atender aos usuários, bem como é urgente que se planeje o uso da água de acordo com sua disponibilidade. Nesse contexto, uma análise de caracterização ambiental da sub-bacia do Ribeirão das Posses pode auxiliar nas tomadas de decisão em relação às políticas públicas, bem como no fomento à adequação ambiental das propriedades que formam essa sub-bacia. Portanto, este trabalho teve por objetivo fazer a caracterização ambiental da sub-bacia do Ribeirão das Posses, verificando se ela está em conformidade com o atual Código Florestal Brasileiro e a disponibilidade hídrica para eventual uso em irrigação e dessedentação animal, com e sem reservação de água (barramento).

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na área da Sub-Bacia do Ribeirão das Posses, afluente do rio Jaguari, localizada no sul do Estado de Minas Gerais, entre as latitudes 22° 49' 46" S e 22° 53' 21" S e longitudes 46° 13' 24" O e 46° 15' 08" O. A sub-bacia possui uma área total de 12 km² (1200 ha) e clima de verões quentes e úmidos e invernos secos (Cwb, segundo classificação de Köppen).

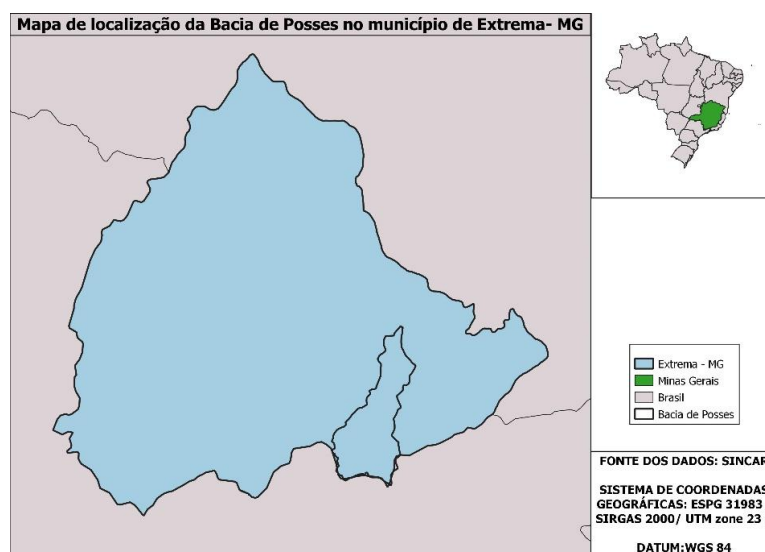


Figura 1 – Objetivos Mapa de localização da Sub-bacia do Ribeirão das Posses

3.2.2 Caracterização ambiental da sub-bacia do Ribeirão das Posses

O SICAR – Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural, disponibiliza, em sua base de dados, os arquivos de todas as propriedades do país que já fizeram seu Cadastro Ambiental Rural.

Pelo SICAR, foram obtidos os arquivos de todas as propriedades cadastradas que fazem parte da sub-bacia estudada, totalizando 103 propriedades cadastradas. Os arquivos também englobam as áreas de Reserva Legal (RL) e Área de Proteção Permanente (APP) declaradas em cada propriedade. Com esses dados foram gerados os mapas das propriedades cadastradas na sub-bacia, bem como das áreas de APP e RL cadastradas no sistema. Geraram-se também os mapas das áreas que deveriam ser áreas de preservação, de acordo com o Novo Código Florestal, a fim de se comparar tais informações.

3.3 Cálculos hidrológicos

3.3.1 Disponibilidade de água para irrigação

As outorgas concedidas para a região estudada foram obtidas no site do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Foram encontradas duas outorgas concedidas na Sub-bacia, ambas para uso insignificante de água (captações de até 1 L s⁻¹, ou 0,001 m³ s⁻¹). Portanto, as outorgas concedidas na região de estudo, têm baixo impacto na vazão de água disponível para irrigação.

Iniciaram-se os cálculos hidrológicos pelo cálculo da vazão mínima de sete dias consecutivos com período de retorno de 10 anos (Q_{7,10}), por ser a vazão de referência utilizada na gestão da captação de águas em Minas Gerais. Para o cálculo dessa vazão optou-se por utilizar a distribuição de Weibull, por ela fornecer bons ajustes para vazões mínimas (HAAN, 1994). Para este cálculo, utilizou-se uma série histórica de vazões mínimas de um posto instalado na foz do Ribeirão das Posses, com coordenadas 22°49'58.08"S e 46°13'53.04"O e área de drenagem de 12 km² (ANA/HIDROWEB, 2022). A série inicial era de 2009 a 2020, porém, foram excluídos os anos de 2017 e 2018 por falta de dados.

Seguindo-se as equações a seguir, da distribuição de Weibull, obteve-se a Q_{7,10}.

$$M3 = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(x_i - \bar{X})^3}{n} \quad (1)$$

Em que:

xi = vazão mínima de sete dias consecutivos (Q₇) correspondente a cada ano da série histórica

\bar{X} = média das Q_7 anuais

n = número de anos da série histórica

Para a série histórica analisada, \bar{X} é igual a $0,051 \text{ m}^3/\text{s}$. Assim, obtém-se $M3=3,62373 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{segundo}$.

Prossegue-se com as equações a seguir:

$$\gamma = \frac{n^2 \cdot M3}{(n-1)(n-2) \sigma x^3} \quad (2)$$

Em que:

γ = coeficiente de assimetria

n = número de anos da série histórica

σx = desvio padrão

O desvio padrão da série é $0,035734915$, portanto, obteve-se um γ de $1,102921424$.

Obtendo-se γ , é possível, por meio de interpolação dos valores tabelados, chegar aos valores de $A(\alpha)$, $B(\alpha)$ e $1/\alpha$ (Anexo A). Esses valores serão utilizados nas equações que seguem.

Como $\gamma = 1,102$, temos:

$$A(\alpha) = 0,153$$

$$B(\alpha) = 1,606 \text{ e}$$

$$1/\alpha = 0,68$$

A seguir, temos:

$$\beta = \bar{X} + \sigma x \cdot A(\alpha) \quad (3)$$

Portanto, $\beta = 0,05646$.

$$\varepsilon = \beta \cdot \sigma x \cdot B(\alpha) \quad (4)$$

Logo, $\varepsilon = 0,0023$.

Utilizando-se das duas equações abaixo:

$$Prob(x \leq X) = 1 - e^{-Y(x)} \quad (5)$$

$$Y(x) = \left\{ \frac{(x - \varepsilon)}{(\beta - \varepsilon)} \right\}^\alpha \quad (6)$$

Obtém-se a equação a seguir para o cálculo da vazão mínima de 7 dias consecutivos e com período de retorno de T anos ($Q_{7,T}$) e, neste caso particular, a $Q_{7,10}$:

$$Q_{7,T} = \varepsilon + (\beta - \varepsilon) \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (7)$$

Em que:

T = período de retorno do evento, sendo $T = \frac{n+1}{m}$ e m = número sequente de anos da série;

α = parâmetro de escala (valor tabelado $f(\gamma)$);

β é o parâmetro de forma (valor tabelado $f(\gamma)$) e

ε é o parâmetro de locação.

3.3.2 Demanda de água para irrigação

Continuando com os cálculos para determinação do volume disponível para irrigação na sub-bacia, observou-se o balanço hídrico climatológico (BHC). O BHC estima o armazenamento de água no solo e sua variação de acordo com os eventos climáticos (precipitação pluvial e evapotranspiração), sendo uma importante ferramenta de tomada de decisão no manejo da cultura, facilitando decisões em relação à irrigação para suprir a deficiência hídrica no solo (SANTOS, et al., 2010). Para este cálculo estimou-se a evapotranspiração de referência (ET_o) com o Método de Thornthwaite-Camargo (CAMARGO, 1962).

No BHC também se deve ponderar o coeficiente de cultura (K_c), que descreve os efeitos da cultura e do tempo no consumo de água (PEREIRA, et al., 2015). Para o presente estudo, considerou-se, a utilização do capim-mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) por ser uma das gramíneas mais competitivas e produtivas utilizadas na pecuária nacional (PIETROSKI, M.; OLIVEIRA, R. De; CAIONE, G., 2015). De acordo com Sanches (2018), o K_c (coeficiente de cultura) do capim Mombaça varia de acordo com as estações do ano, com valor máximo de 1,5 em todas as estações e mínimos de 0,27, 0,53, 0,41 e 0,24, respectivamente para primavera, verão, outono e inverno. Conhecendo o coeficiente de cultura (K_c) ao longo das estações do ano, é possível determinar a demanda hídrica dessa cultura. Segundo Carnevskis (2016), os maiores ganhos de exatidão na estimativa da demanda hídrica de uma cultura acontecem quando se passa da probabilidade de excedência de 50% para 75% (de T = 2 para T = 4 anos) em uma série de dados. Portanto, neste trabalho as estimativas de demanda hídrica foram feitas considerando um período de retorno T = 4 anos.

Por meio do site Agritempo – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico, obteve-se uma série histórica de 20 anos de dados de temperaturas mínimas e máximas e de precipitação pluvial para o município de Extrema, MG. Esses dados foram utilizados na elaboração do balanço hídrico e na estimativa da demanda hídrica de irrigação para o capim Mombaça.

3.3 Resultados e Discussões

3.3.1 Caracterização ambiental da sub-bacia do Ribeirão das Posses

De acordo com o banco de dados do SICAR, a sub-bacia do Ribeirão das Posses possui 103 propriedades declaradas no sistema. Na Figura 3 está o mapa das áreas de delimitação das propriedades dentro da sub-bacia, cadastradas no SICAR. O Anexo B apresenta a tabela completa com as áreas das propriedades cadastradas no SICAR, em m² e ha, e seus respectivos códigos de localização no sistema.

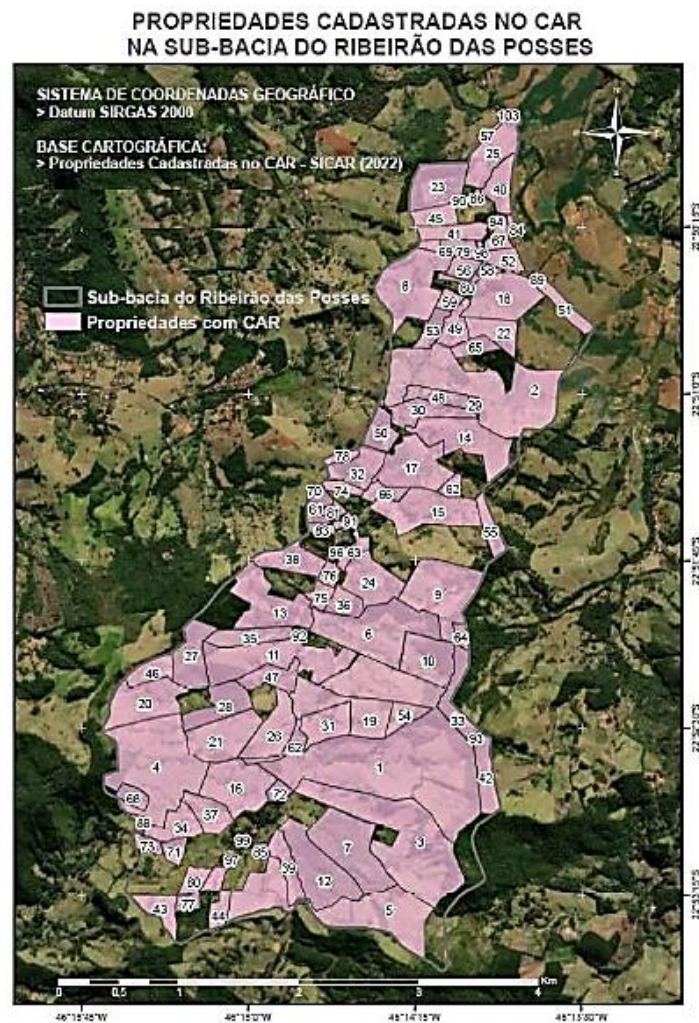


Figura 2 – Objetos Mapa das propriedades cadastradas no SICAR dentro da Sub-Bacia do Ribeirão das Posses

Nos mapas apresentados a seguir (Figura 3), pode-se observar as propriedades com declaração no Sistema Nacional e as áreas que ainda não apresentam a regularização.

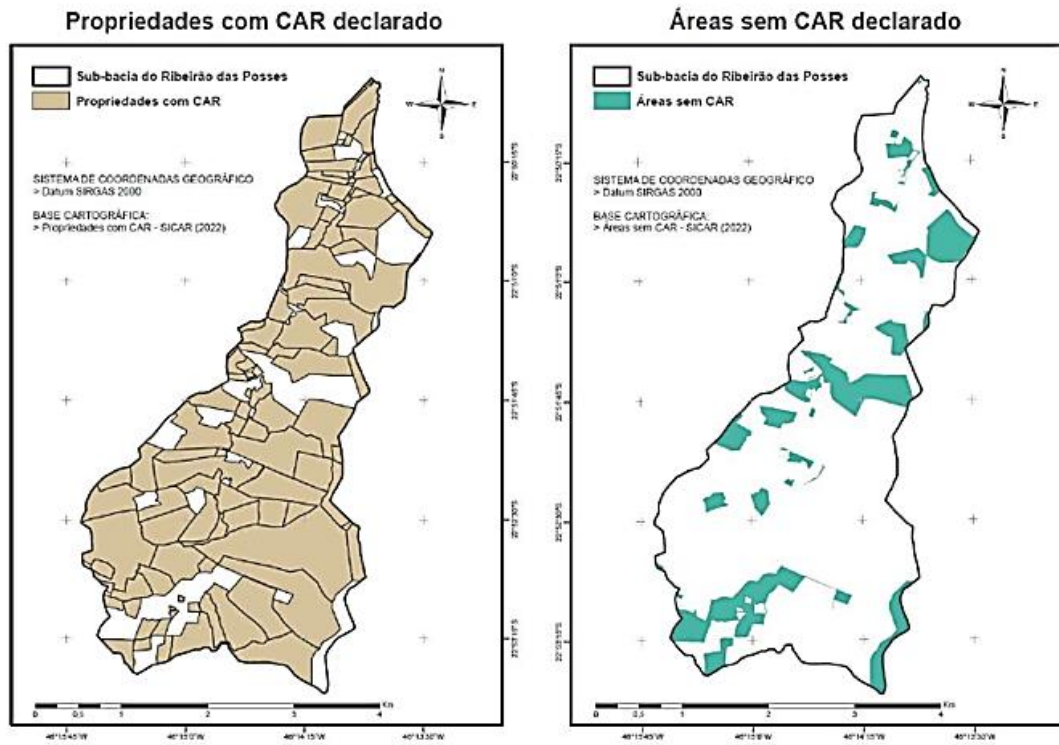


Figura 3 - Propriedades declaradas e não declaradas no SICAR.

Na Figura 4, juntamente com a localização das captações de água na sub-bacia, constam as outorgas concedidas na área.

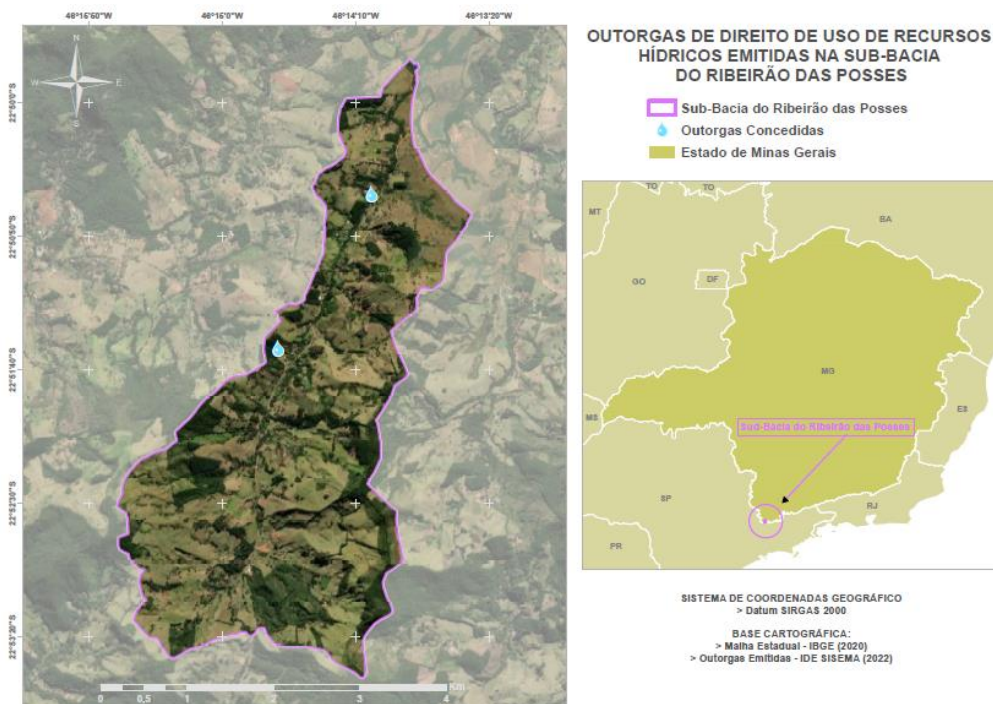


Figura 4 - Outorgas concedidas dentro da Sub-Bacia do Ribeirão das Poses.

A fim de facilitar a análise e apresentação dos dados, as propriedades foram divididas em quatro classes: (i) 0-12 ha; (ii) 12,1-24 ha; (iii) 24,1-36 ha; e (iv) > 36 ha.

Na Tabela 1 são apresentadas a quantidade de propriedades por classe, a soma das áreas das propriedades de cada classe e sua representatividade na sub-bacia.

Tabela 1: Quantidade de propriedades por classe, soma das áreas das propriedades de acordo com a classe e sua representatividade na bacia.

Área (ha)	Nº de propriedades	Soma das áreas dos imóveis	Representatividade na Bacia
0 - 12	77	287,04	24,00%
12,1 - 24	16	269,23	22,51%
24,1 - 36	5	132,03	11,04%
> 36	5	299,33	25,03%
Não declarada	---	208,37	17,42%

Observa-se que as propriedades de até 12 ha são a maioria na sub-bacia, sendo as mais representativas e ocupando 24% da área total. As propriedades com área acima de 36 ha representam 25,03% da área da bacia, porém, são apenas cinco (05) propriedades.

O mapa da hidrografia oficial da sub-bacia do Ribeirão das Posses foi gerado com base nos dados da Infraestrutura de Dados Espaciais IDE – SISEMA, conforme mapa apresentado na Figura 5.

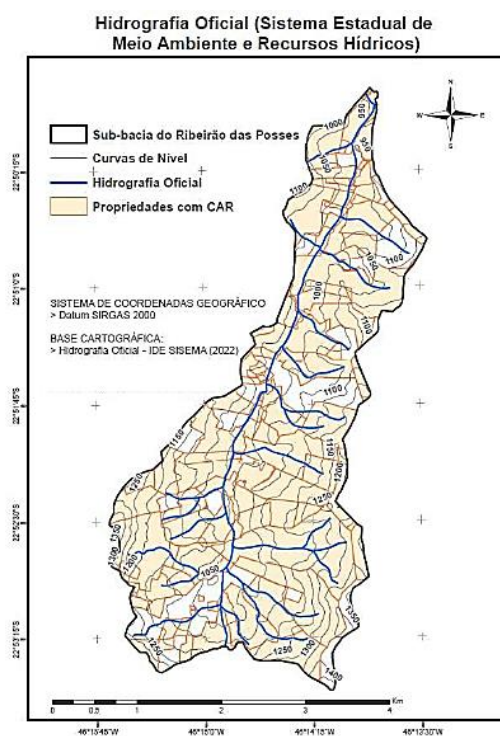


Figura 5 - Hidrografia oficial da sub-bacia do Ribeirão das Posses.

De acordo com o Novo Código Florestal, para cursos d'água de até 10 metros de largura, é exigida uma faixa marginal de 30 metros a ser considerada como Área de Preservação Permanente (APP). Seguindo essas exigências, foi gerado o mapa que se refere às APPs que deveriam existir na sub-bacia do Ribeirão das Posses (Figura 6). No mapa também são mostradas as áreas de APP declaradas nas propriedades cadastradas no sistema do SICAR.

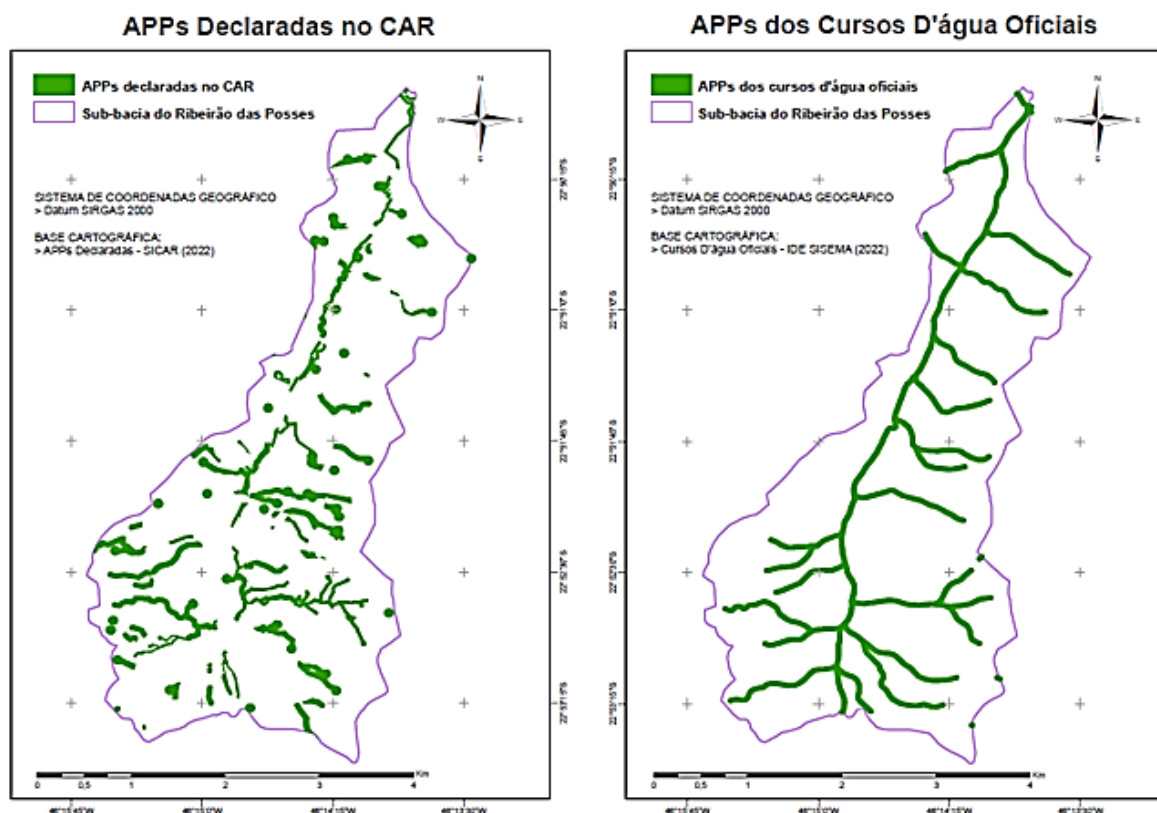


Figura 6 - Áreas de APP cadastradas e que deveriam estar cadastradas na Sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Na análise detectou-se déficit de área de preservação em todas as classes de propriedades. Observa-se um total de 250,55 ha de áreas cadastradas como APP dos cursos d'água, porém, ainda há 128,19 ha de áreas que deveriam ser APP e foram destinadas a outros usos. Isso equivale a 10,72% da área total da sub-bacia que ainda não é utilizada para proteção dos cursos d'água. Analisando-se o déficit de áreas de APP, nota-se que as propriedades da faixa de 12,1-24 ha, são as de maior déficit, 3,27% da área total da sub-bacia.

Na Tabela 2 é apresentada a Área de Preservação Permanente declarada por classe de propriedade e a área “devida” de APP, ou seja, a área que deveria existir como APP em cada uma das propriedades para cumprir as exigências do Novo Código Florestal. No Anexo C apresenta-se a tabela completa com as áreas de APP declaradas e devidas por propriedade.

Tabela 2: Áreas de APP, por faixa de propriedades, declaradas e devidas na sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Faixa de área das propriedades (ha)	Soma das áreas de APP declaradas no CAR (ha)	Soma das áreas de APP "devidas" (ha) - segundo hidrografia oficial	Representatividade na Bacia
0 - 12	63,92	37,12	3,10%
12,1 - 24	70,31	39,15	3,27%
24,1 - 36	37,20	17,75	1,48%
> 36	79,12	34,16	2,86%
Total	250,55	128,19	10,72%

Ainda tratando das APPs, a legislação ambiental exige que áreas de topo de morro e encostas com declividade acima de 45° sejam mantidas para esta finalidade. Utilizando esses critérios, analisou-se a sub-bacia de estudo e gerou-se o mapa apresentado a seguir (Figura 7).

APPs de Encostas e Topos de Morros

- APPs Encostas
 - APPs Topos de morros
 - APPs Declaradas no CAR
 - Área dos Imóveis
 - Sub-Bacia do Ribeirão das Posses
- SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICO
> Datum SIRGAS 2000
- BASE CARTOGRÁFICA:
> APPs Declaradas - SICAR (2022)
> Propriedades com CAR - SICAR (2022)

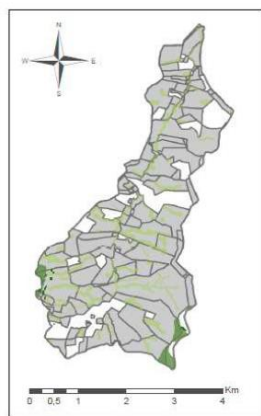


Figura 7 - Áreas de Preservação Permanente em encostas com declividade acima de 45° e topos de morro que deveriam existir na sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Por esses critérios o déficit de Área de Preservação Permanente é de 1,4 ha para encostas com declividade acima de 45° e 14,04 ha para áreas de topo de morro. A soma dessas áreas equivale à 1,26% da área total da sub-bacia.

Segundo o Novo Código Florestal, no que diz respeito as áreas de Reserva Legal (RL)

e considerando-se a localização da sub-bacia do Ribeirão das Posses, é exigido um percentual de 20% da área da propriedade, descontadas as APPs.

Os mapas apresentados a seguir (Figura 8) mostram as áreas de RL declaradas no CAR de cada propriedade, bem como as áreas de vegetação nativa existentes na sub-bacia.

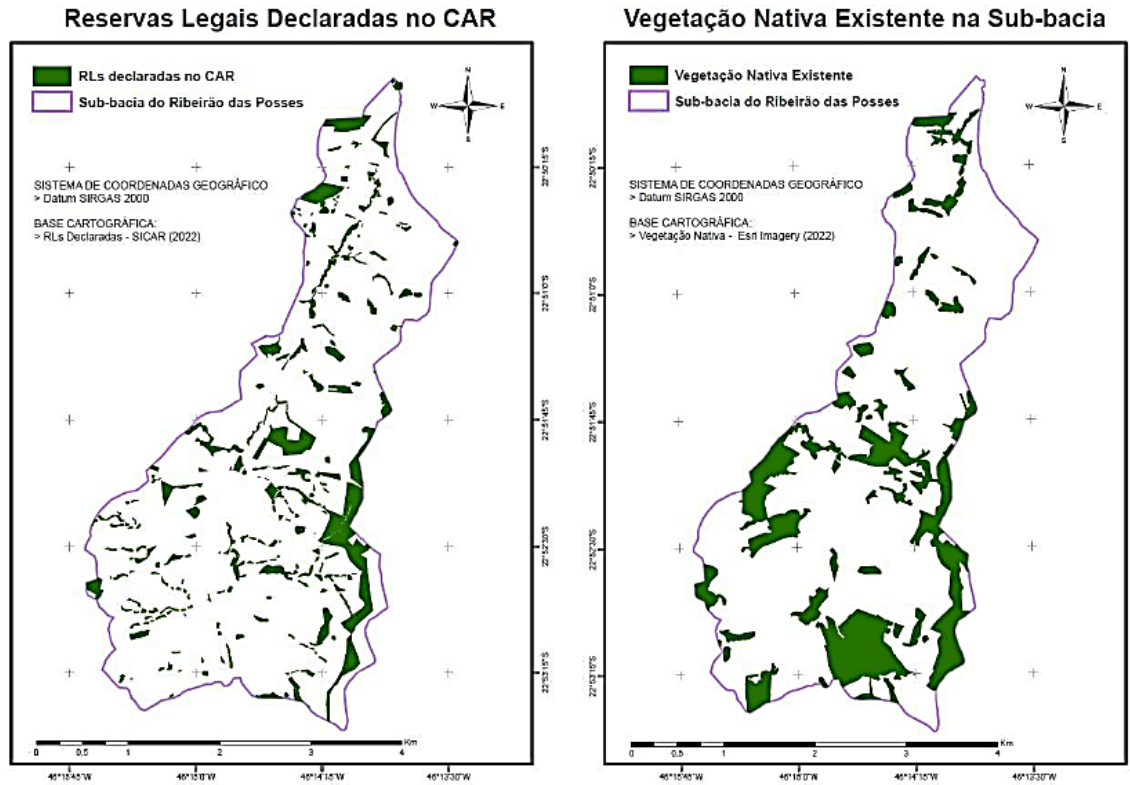


Figura 8 - Áreas de Reserva Legal declaradas no CAR e de vegetação nativa presentes na sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Na Tabela 3 apresenta-se a representatividade de cada classe de área das propriedades rurais em relação à área de Reserva Legal. No Anexo D há uma tabela com a discriminação em relação às áreas das propriedades, área de Reserva Legal declarada no SICAR e a diferença entre a área exigida e declarada.

Tabela 3: Representatividade das faixas de propriedades no déficit de Reserva Legal

Área (ha)	Soma das áreas de RL declarada no CAR (ha)	Área Mínima de 20% exigida para RL (ha)	Diferença entre área mínima e área declarada (ha)	Representatividade na bacia
0 - 12	39,30	57,41	-18,11	-1,51%
12,1 - 24	44,97	53,85	-8,87	-0,74%
24,1 - 36	24,74	26,41	-1,67	-0,14%
> 36	52,53	59,87	-7,33	-0,61%
Não declarada	---	41,67	-41,67	-3,48%
Total	---	239,20	-77,65	-6,49%

Observa-se que há déficit de área de Reserva Legal em todas as classes, porém, em relação às propriedades que possuem cadastro no SICAR, as propriedades de até 12 ha, são as responsáveis pelo maior déficit; são 18,11 ha que deveriam estar cadastrados como área de Reserva Legal. Já as áreas não cadastradas, são responsáveis por mais de duas vezes o déficit de Reserva Legal das propriedades de até 12 ha, resultando em um déficit de 41,67 ha de áreas não cadastradas para essa finalidade. Tal fato evidencia a importância da adequação ambiental e da regularização documental de todas as propriedades rurais.

Observando-se as áreas declaradas e exigidas de Reserva Legal em cada propriedade, observa-se que algumas possuem a área declarada maior do que a exigida pela legislação, porém, a maioria das propriedades ainda apresenta um déficit de área de RL que, conforme apresentado na Tabela 3, é de 77,66 ha, representando 6,49% da área total da sub-bacia.

A Tabela 4 contém uma compilação das informações apresentadas anteriormente, a fim de se comparar os resultados mais facilmente. São apresentadas as áreas totais declaradas e não declaradas no SICAR, bem como os déficits de áreas de APP e RL na sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Tabela 4: Áreas cadastradas e não cadastradas no SICAR, déficit total de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal na sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Área total da Sub-bacia (ha)	Área total das propriedades declaradas no CAR (ha)	Áreas sem CAR declarado (ha)	Déficit de APPs em curso d'água (ha)	Déficit de APPs em topo de morro e encostas com inclinação > 45° (ha)	Déficit de áreas de RL (ha)	Déficit total de Áreas de Preservação (ha)
1.196,09	987,63	208,37	128,19	15,04	77,66	220,89
Representatividade na sub-bacia	82,57%	17,42%	10,72%	1,26%	6,49%	18,47%

Analisando-se os dados da Tabela 4 observa-se que a bacia não se encontra totalmente enquadrada na legislação ambiental, pois tem 18,47% de sua área total como áreas que deveriam ser de preservação e encontram-se destinadas a outros usos, ou que não estão declaradas para a finalidade que deveriam ter. Tal análise evidencia a necessidade de atenção por parte dos produtores rurais que ocupam a sub-bacia e dos órgãos estaduais e federais quanto à conservação das áreas de preservação.

Além disso, pode-se destacar a necessidade e a importância da assistência técnica e da capacitação de produtores em pequenas propriedades rurais, uma vez que este estudo analisou, principalmente, esse tipo de propriedade. Algumas das possíveis causas para as falhas no cumprimento à legislação ambiental são o desconhecimento e o receio de perda da capacidade de geração de renda. O acesso do produtor rural à assistência técnica pode proporcionar, tanto a regularização da sua propriedade quanto a manutenção de sua forma de sustento e geração de renda.

Na Tabela 5 apresenta-se a área que estaria disponível para utilização agropecuária após a regularização total da sub-bacia. A partir desses dados conclui-se que, após a adequação de toda a sub-bacia à legislação ambiental, 632,98 ha (52,92% da área da bacia) serão ocupados com APP e RL, portanto, restarão 563,11 ha (47,08% da área da bacia) de áreas que podem ser utilizadas em atividades agrícolas, tais como as pastagens, que são o principal uso da terra na bacia estudada no presente trabalho.

Tabela 5: Áreas cadastradas e não cadastradas como área de preservação, áreas de déficit de preservação e possíveis áreas de pastagem.

Área total da Sub-bacia (ha)	Áreas de APP declaradas (ha)	Áreas de RL declaradas (ha)	Déficit de APPs em curso d'água (ha)	Déficit de APPs de topo de morro e encostas com inclinação >45° (ha)	Déficit de áreas de RL (ha)	Áreas possíveis para utilização agropecuária (ha)
1.196,09	250,55	161,54	128,19	15,04	77,66	563,11
Representatividade na sub-bacia	20,95%	13,51%	10,72%	1,26%	6,49%	47,08%

3.4 Cálculos hidrológicos de disponibilidade e demanda

3.4.1 Disponibilidade

Conforme descrito anteriormente, no presente trabalho utilizou-se do método de Weibull para o cálculo da vazão $Q_{7,10}$ da Sub-bacia do Ribeirão das Posses. Na Tabela 6 estão os dados organizados por ordem de probabilidade, representada pelo período de retorno (T, anos).

Tabela 6: Dados de $Q_{7,T}$ (m^3/s) ordenados de acordo com sua probabilidade (período de retorno)

m	T = n+1/m	$Q_{7,T}$ (m^3/s) (Weibull)	$Q_{7,T}$ ordenada
1	11,00	0,01398	0,017
2	5,50	0,02107	0,017
3	3,67	0,02765	0,023
4	2,75	0,03422	0,026
5	2,20	0,04106	0,037
6	1,83	0,04847	0,053
7	1,57	0,05682	0,057
8	1,38	0,06676	0,057
9	1,22	0,07965	0,100
10	1,10	0,09960	0,122

No Gráfico encontra-se a relação

entre valores de vazões mínimas de sete dias consecutivos (Q_7) e o respectivo período de retorno (T). Pode-se observar que a distribuição dos pontos é coerente com a função apresentada, mostrando que o modelo escolhido representa bem os dados.

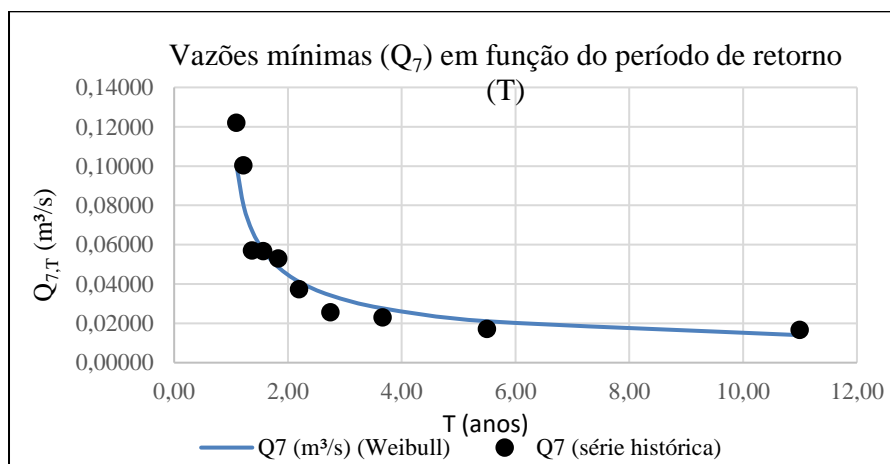


Gráfico 1: Vazão Q_7 em m^3/s em função do período de retorno em anos.

De acordo com a equação de Weibull apresentada anteriormente, tem-se que $Q_{7,10} = 14,74 \text{ L s}^{-1}$.

3.4.2 Demanda e Balanço

Por meio do método de Thornthwaite, obteve-se uma demanda de irrigação para o capim-mombaça de $0,345 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, para $T=4$ anos.

Segundo a ANA (2019), é permitido que seja outorgado 50% da $Q_{7,10}$ da bacia. Portanto, com captação a fio d'água há disponibilidade de $7,37 \text{ L s}^{-1}$ para irrigação na sub-bacia. Considera-se, para os sistemas de irrigação por aspersão, um fator de eficiência de 80% (BERNARDO, 1995). Logo, a sub-bacia dispõe de uma vazão efetiva de $5,90 \text{ L s}^{-1}$ para irrigação com captação a fio d'água.

Assim, a área potencial de irrigação com captação a fio d'água na sub-bacia do Ribeirão das Posses é de 17,10 ha, equivalente a 1,43% da área total da bacia e a 3,04% da área utilizável como pastagem. Tal área terá pouco efeito sobre a produtividade e a geração de renda nas propriedades da bacia. Por isso, considerou-se a possibilidade de utilizar barramento para aumentar a disponibilidade de água para irrigação.

Considerando-se barramento para o cálculo da área possível de ser irrigada dentro da sub-bacia a vazão disponível para captação passa a ser uma fração da vazão média (LIAZI, et.al, 1988); deve-se subtrair o valor de $Q_{7,10}$ da vazão média para se obter a vazão disponível para irrigação.

De acordo com a série histórica utilizada para os cálculos, a vazão média da sub-bacia é de $221,58 \text{ L/s}$. Subtraindo-se $Q_{7,10}$ desse valor, a disponibilidade de vazão para irrigação é de $206,84 \text{ L/s}$. Considerando-se a eficiência de irrigação de 80% para sistemas de irrigação por aspersão, obteve-se $165,47 \text{ L/s}$ de vazão efetiva para irrigação. Desta forma, considerando-se a demanda hídrica do capim Mombaça, conclui-se que o barramento possibilitaria irrigar uma área de 479,62 ha, correspondente a 40% da área total da sub-bacia e a 85,20% de sua área disponível para utilização agrícola.

3.5 Conclusões

A sub-bacia do Ribeirão das Posses não está totalmente enquadrada na nova legislação ambiental, pois 18,47% de sua área total ainda necessita ser convertida e/ou identificada como área de preservação.

A área irrigável com captação a fio d'água na sub-bacia do Ribeirão das Posses não é relevante sob o ponto de vista de aumento de produtividade.

Considerando-se a possibilidade de reservação de água em barragens, a área irrigável pode chegar a 85,20% da área disponível para utilização agrícola, na sub-bacia.

O uso de técnicas adequadas na sub-bacia do Ribeirão das Posses pode aumentar a produtividade de sua área dedicada à agricultura, contribuindo para a readequação ambiental.

Referências

- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Relatório Pleno, Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, 2021. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <<https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/>>. Acesso em 16 de julho de 2022.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/quem-regula/rios>. Acesso em 12.out.2020.
- ANA/HIDROWEB. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. 2022. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas?codigoEstacao=62584600>. Acesso em 18/05/2022.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6. Ed. Viçosa, Imprensa Universitária da UFV, 1995. 627 p.
- BRASIL, 2017. Relatório Nacional Voluntário Sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2017. www.planalto.gov.br. Acesso em: 27 julho 2022.
- CAMARGO, A.P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Bragantia**. Campinas, v. 21, n. 116, p. 35-42, 1971.
- EMBRAPA. Análise CAR - 2021. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/car-2021/introducao>>. Acesso em: 19 julho 2022.
- GLEICK, P.H. How much water is there and whose is it? In: **The world's water 2000-2001**. Washington: Island Press, 2000. p. 19.38.
- HAAN, C.T. Statistical Methods in Hydrology. The Iowa State University Press, Ames, 1994. 378 p.
- MELO, C.R. de; Silva, A.M. da. **Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Lavras: Ed. UFLA, 2013. 455 p.
- ONU, 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015.
- ONU – 2021. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021. O Valor da Água. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por>. Acesso em: 15 març. 2023.

- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
- PEREIRA, L.S.; ALLEN, R.G.; SMITH, M.; RAES, D. Crop evapotranspiration estimation with FAO56: Past and future. *Agricultural Water Management*, v. 147, p.4-20, 2015.
- PIETROSKI, M.; OLIVEIRA, R. De; CAIONE, G. Adubação foliar de nitrogênio em capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). *Revista de Agricultura Neotropical*, v.2, n.3, p. 49-53, 2015.
- REDIN, M., GIACOMINI, S. J., FERREIRA, P. A. A., ECKHARDT, D. P. Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio. *In*: TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. Porto Alegre: 2016. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/149123>>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- REIS, M.M.; SANTOS, L.D.T.; OLIVEIRA, F.G.; SANTOS, M.V. Irrigação de Pastagens tropicais: desafios e perspectivas. **Revista UNIMONES Científica**. 19, 1, p;178-190, 2017.
- SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4, n.3, p.142-149, 2010.
- SOPHOCLEOUS, M. Global and Regional Water Availability and Demand: Prospects for the Future. **Natural Resources Research** 13, 61–75, 2004.
- TUCCI, C.E.M. (org.). **Hidrologia**: Ciência e Aplicação. 4ªed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2009.

4 GERAÇÃO POTENCIAL DE RENDA NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES

Resumo

A água é um recurso natural essencial ao desenvolvimento econômico e social. Sua escassez em grande parte do planeta, a distribuição desigual e o aumento da demanda hídrica destacam a importância das políticas públicas para recursos hídricos. Os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), tais como o projeto "Conservador das Águas", são formas de combinar preservação ambiental e geração de renda para proprietários rurais, alternativas para preservação ambiental e aumento da rentabilidade na pecuária leiteira. Técnicas de intensificação da produção leiteira a pasto, como adubação, pastejo rotacionado e irrigação, podem melhorar as condições para a produção de forrageiras e aumentar a produção de alimento para o gado nas áreas cultiváveis. Os objetivos deste trabalho foram: (i) analisar a viabilidade econômica da inserção de extensionistas como pagamento indireto nas políticas de Pagamentos por Serviços Ambientais; (ii) estimar o aumento de renda e produtividade em propriedades rurais da sub-bacia do Ribeirão das Posses devido a essa inserção. A análise dos dados levou aos seguintes resultados: (i) a inclusão de extensionista na Política de Pagamento por Serviços Ambientais gera aumento de produtividade e de receita para as propriedades rurais da sub-bacia; (ii) o uso da irrigação é viável para a intensificação da produção; e (iii) os impostos gerados no período de análise não são suficientes para cobrir os custos do extensionista, porém, comprovou-se o aumento da produtividade e da rentabilidade, evidenciando que o ponto de equilíbrio entre investimento e retorno será alcançado.

Palavras-chave: geração de renda, irrigação de pastagem, Pagamento por Serviços Ambientais, aumento de produtividade.

Abstract

Water is an essential natural resource for economic and social development. Its scarcity across much of the planet, coupled with uneven distribution and growing water demand, underscores the significance of public policies concerning water resources. Payments for Environmental Services (PES), such as the "Water Conservator" project, are means of combining environmental preservation and income generation for rural landowners, offering alternatives for environmental conservation and increased profitability in dairy farming. Techniques to intensify pasture-based dairy production, including fertilization, rotational grazing, and irrigation, can enhance conditions for forage production and boost food production for cattle in cultivatable areas. The objectives of this study were as follows: (i) to analyze the economic viability of integrating extensionists as an indirect form of payment within Payments for Environmental Services policies; (ii) to estimate the increase in income and productivity on rural properties within the Ribeirão das Posses sub-basin due to this integration. The data analysis led to the following results: (i) the inclusion of extensionists in the Payments for Environmental Services Policy leads to increased productivity and revenue for rural properties in the sub-basin; (ii) the use of irrigation is feasible for production intensification; and (iii) the taxes generated during the analysis period are insufficient to cover the costs of the extensionists; however, the increase in productivity and profitability was confirmed, highlighting the attainment of equilibrium between investment and return.

Keywords: income generation, pasture irrigation, Payment for Environmental Services, productivity increase.

4.1 Introdução

A água é um recurso natural essencial para o desenvolvimento econômico e social das civilizações. Embora a quantidade total de água no planeta tenha se mantido constante, a água doce representa apenas 2,5% do volume total, e grande parte está em geleiras. O aumento populacional vem reduzindo a disponibilidade *per capita* de água; como os recursos hídricos são escassos em grande parte do planeta, o uso da água ocasiona conflitos entre os usuários. O Brasil se destaca pela quantidade de água em seu território, detendo 12% da disponibilidade hídrica superficial mundial, com produção hídrica anual nos rios de $179.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (TUCCI, 2001). Entretanto, a distribuição desses recursos é heterogênea; os recursos hídricos estão concentrados na região Norte, principalmente na Bacia Amazônica, que detém cerca de 80% da produção hídrica superficial e abrange cerca de 5% da população brasileira. A demanda por uso de água no Brasil deve aumentar em 30% até 2030, destacando a importância das políticas públicas para recursos hídricos, a fim de garantir o uso sustentável da água, a disponibilidade *per capita*, em quantidade e qualidade, de modo a evitar conflitos entre os usuários (ANA, 2019).

Os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) são acordos voluntários em que os donos de terras que preservam recursos naturais, como florestas e água, recebem compensação financeira de entidades públicas ou privadas interessadas em preservar esses recursos. Esses projetos conseguem combinar preservação ambiental e geração de renda para proprietários rurais (ALMEIDA, et al., 2019).

Na sub-bacia do Ribeirão das Posses, no município de Extrema (MG), foi iniciado o projeto "Conservador das Águas" nas bacias hidrográficas PCJ. Esse programa é pioneiro na implantação de PSA nessas bacias e representa a primeira iniciativa municipal que relaciona a preservação florestal com a conservação do solo, qualidade e quantidade de água. Sua importância se deve ao fato de que muitas das nascentes em Extrema contribuem para o armazenamento de água no sistema Cantareira, um conjunto de represas e canais que fornece água para a Grande São Paulo (TNC, 2015).

Neste trabalho, buscaram-se alternativas para preservação ambiental e aumento da rentabilidade na pecuária leiteira na sub-bacia do Ribeirão das Posses, que é a atividade predominante nessa região e geralmente realizada em sistemas de produção a pasto. Para isso, foram sugeridas técnicas de intensificação da produção leiteira a pasto, como adubação, pastejo rotacionado e irrigação, que podem melhorar as condições para a produção de forrageiras e aumentar a produção de alimento para o gado nas áreas cultiváveis restantes.

Quando aplicadas corretamente, essas técnicas podem ajudar a conservar o solo e a água e aumentar significativamente a capacidade de suporte de animais e produção animal. Portanto, a orientação técnica pode resultar em preservação ambiental e aumento da rentabilidade da atividade pecuária, além de gerar mais renda para os produtores rurais.

A Embrapa Pecuária Sudeste criou o Programa Balde Cheio (anteriormente chamado de Projeto Balde Cheio) para difundir tecnologia e ajudar os produtores de leite, independentemente de seu tamanho. Em 2019, o programa capacitou cerca de 260 técnicos que atuam em 326 Unidades Demonstrativas e 1.283 propriedades rurais em 468 municípios de 19 estados, atendendo um total de 1.609 propriedades (EMBRAPA, 2019). No entanto, ainda não há aplicação desse projeto no município de Extrema-MG.

O projeto tem como objetivo principal treinar extensionistas sobre sistemas intensivos de produção de leite para que possam prestar assistência técnica adequada aos produtores rurais. Para alcançar esse objetivo, o projeto oferece treinamentos de capacitação para técnicos, estabelece parcerias entre órgãos da agropecuária relacionados à atividade leiteira e promove a conexão entre a pesquisa e a extensão rural. A capacitação técnica e gerencial é adaptada à realidade de cada produtor e propriedade rural (CAMARGO; NOVO, 2012).

Os objetivos deste trabalho foram: (i) analisar a viabilidade econômica da inserção de extensionistas como pagamento indireto nas políticas de Pagamentos por Serviços Ambientais; (ii) estimar o aumento de renda e produtividade em propriedades rurais da sub-bacia do Ribeirão das Posses devido a essa inserção.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na área da Sub-Bacia do Ribeirão das Posses, localizada no sul do Estado de Minas Gerais entre as latitudes 22° 49' 46" S e 22° 53' 21" S e longitudes 46° 13' 24" O e 46° 15' 08" O. A sub-bacia possui uma área total de 12 km² (1200 ha) e clima de verões quentes e úmidos e invernos secos – Cwb, segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013).

4.2.2 Caracterização ambiental da sub-bacia do Ribeirão das Posses

O SICAR – Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural, disponibiliza em sua base de dados os arquivos de todas as propriedades do País que já fizeram o seu Cadastro

Ambiental Rural.

No SICAR foram obtidos os arquivos de todas as propriedades cadastradas que fazem parte da sub-bacia estudada, totalizando 103 propriedades cadastradas. Os arquivos também englobam as áreas de Reserva Legal (RL) e Área de Proteção Permanente (APP) declaradas em cada propriedade. Com esses dados geraram-se os mapas das propriedades cadastradas na sub-bacia, bem como das áreas de APP e RL cadastradas no SICAR. Geraram-se também os mapas das áreas que deveriam ser áreas de preservação, de acordo com o Novo Código Florestal, a fim de se comparar tais informações. Na Figura 2 está o mapa das áreas de delimitação das propriedades dentro da sub-bacia, cadastradas no SICAR.

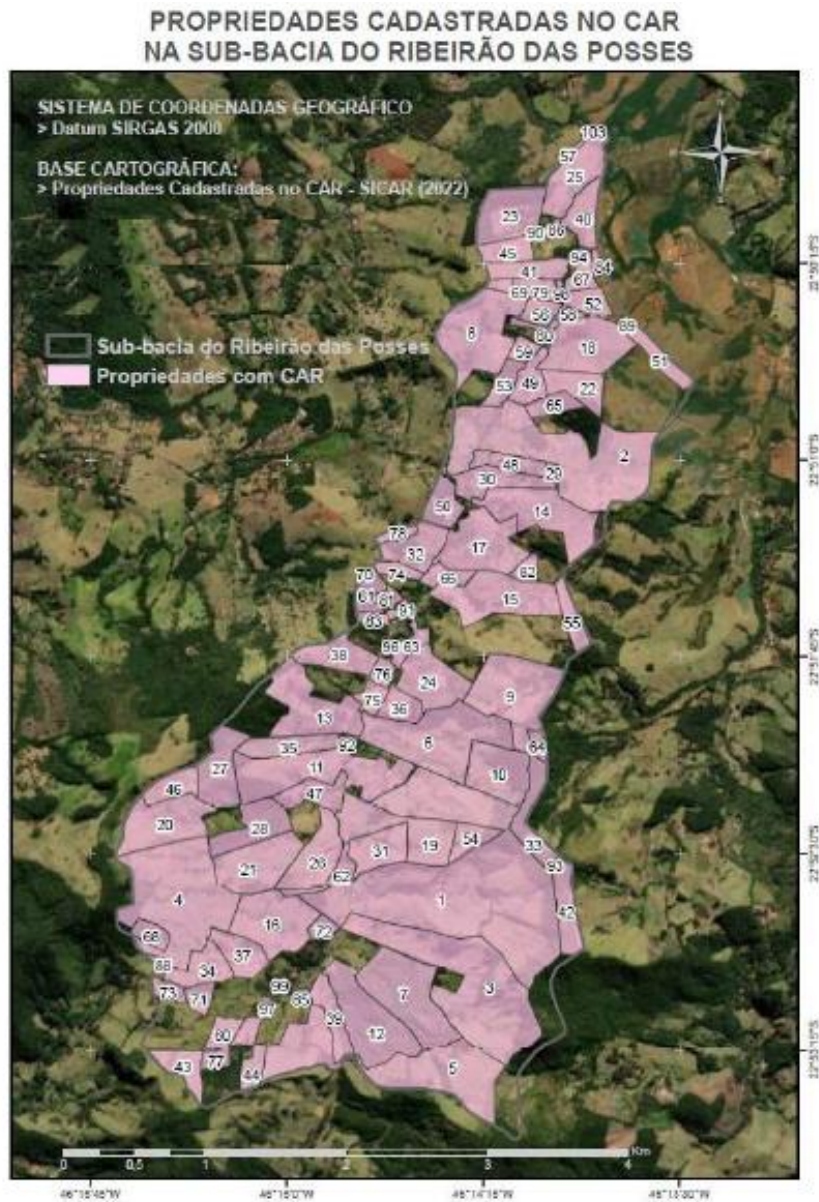


Figura 1- Mapa das propriedades cadastradas no SICAR dentro da Sub- Bacia do Ribeirão das Poses

4.2.3 Premissas e Definições

Para a realização do trabalho, a fim de permitir a comparação dos dados e fazer as simulações, foram adotadas algumas premissas:

- a) supõe-se que as propriedades da bacia em questão não contam com suporte técnico e se encontram com médias de produção semelhantes às demais da região;
- b) considera-se que todas as propriedades localizadas na sub-bacia das Posses se dedicam à atividade agropecuária de produção de leite e apresentam baixos níveis de produtividade, iguais à média brasileira (Cerca de 2000 L ha⁻¹ ano⁻¹);
- c) assume-se, como hipótese, que o Programa Balde Cheio pode ser plenamente reproduzido na sub-bacia das Posses e que os resultados alcançados em outras propriedades podem ser replicados nessa bacia;
- d) admite-se que a tributação incidente sobre a produção de leite permanecerá constante ao longo do tempo.

O termo “propriedades base” será utilizado para referir-se às propriedades do “Balde Cheio” que geraram as planilhas de dados a serem apresentadas e “propriedades da bacia” para identificar as propriedades que formam a sub-bacia das Posses, conforme mapa apresentado anteriormente (Figura 1).

4.2.4 Caracterização das propriedades rurais

Com o objetivo de manter sigilo em relação aos dados referentes aos produtores rurais participantes do Programa Balde Cheio, no presente estudo não serão divulgados nomes dos produtores ou de suas propriedades.

Os dados de custo de produção e produtividade média utilizados para comparação foram obtidos pelo CEPEA/ESALQ-USP, por meio da aplicação de painéis de levantamento de dados. A metodologia de painéis baseia-se em referências de municípios mais representativos da região e nas informações disponibilizadas por produtores e colaboradores, visando atingir uma propriedade modal. Os dados analisados neste trabalho provêm de uma propriedade virtual em Juiz de Fora-MG, a qual foi construída de acordo com as características dos produtores da mesorregião, a partir de dados coletados em propriedades reais. Optou-se por essa propriedade modal por ser a mais próxima e que possui características de produção (sistema extensivo, pequenos produtores) que mais se assemelham às propriedades da sub-bacia de estudo.

A propriedade modal de Juiz de Fora tem área total de 70 ha, com 59 ha utilizados para a pecuária de leite; 3 ha de área de reserva e 2 ha ocupados por benfeitorias. A propriedade apresenta médias de produção de 300 L dia⁻¹, produção individual de 8 L vaca⁻¹ dia⁻¹ e produtividade anual de 1730 L ha⁻¹ ano⁻¹.

Utilizaram-se os dados do SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural para a obtenção de todas as propriedades cadastradas nesse sistema na sub-bacia do Ribeirão das Posses.

4.2.5 Geração das planilhas base

O presente estudo contou com uma parceria com a Embrapa Pecuária Sudeste, que disponibilizou as planilhas de dados econômicos e zootécnicos de 32 propriedades participantes do Programa Balde Cheio. O Programa Balde Cheio não é desenvolvido na sub-bacia de estudo, por esse motivo, buscou-se analisar o maior número possível de produtores na região Sul de Minas Gerais. Foram utilizadas planilhas de propriedades situadas nos municípios Baependi (1 propriedade), Carmo do Cajuru (1 propriedade), Guaranésia (1 propriedade), Itaúna (1 propriedade), Arcos (2 propriedades), Japaraíba (2 propriedades), Poço Fundo (2 propriedades), São Thomé das Letras (2 propriedades), Nepomuceno (3 propriedades), São Roque de Minas (3 propriedades), Paraguaçu (12 propriedades), Ingá (1 propriedade) e Mateus Leme (1 propriedade).

Na Figura 2 é apresentada a localização dos municípios das propriedades participantes do Programa Balde Cheio (citados acima), e dos municípios de Extrema e Juiz de Fora.

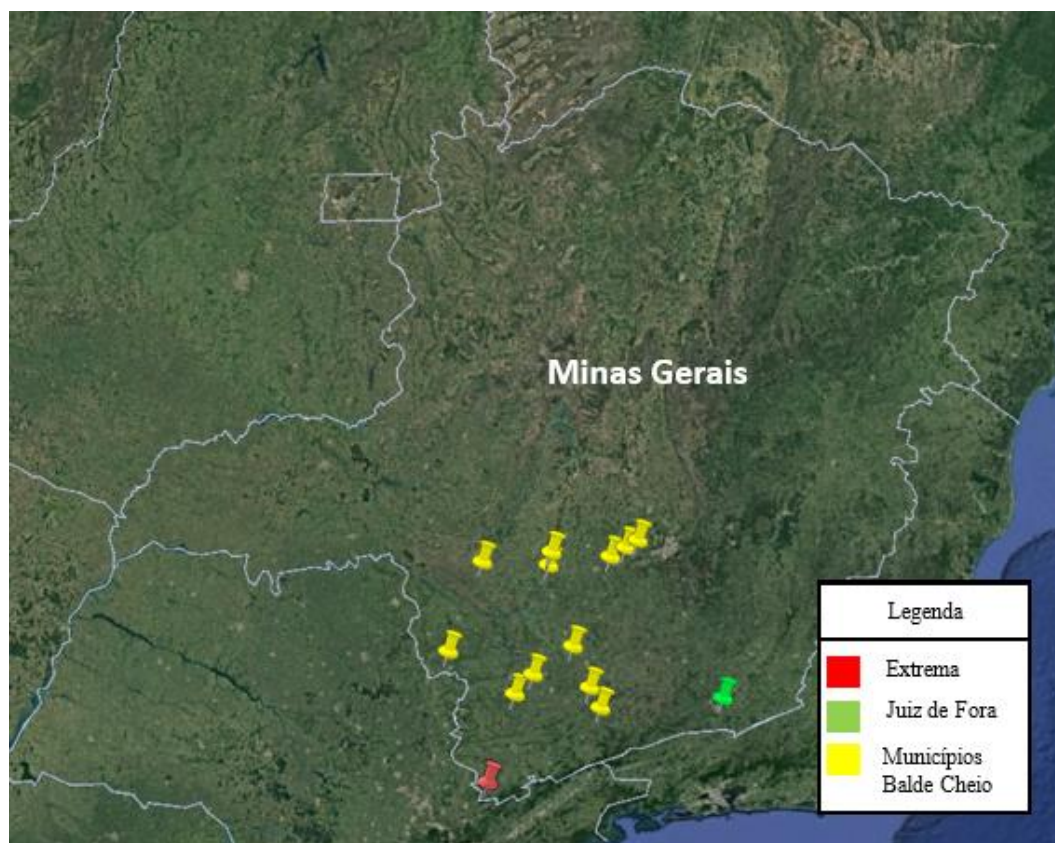


Figura 2: Localização dos municípios dos produtores do Programa Balde Cheio, Extrema e Juiz de Fora.

Fonte: Dados da autora.

A fim de que as simulações reflitam a realidade atual e possam ser feitas comparações de dados econômicos, os valores foram trazidos para valor presente, para dezembro de 2022, considerando-se o índice IGP-DI¹.

4.2.6 Geração de renda

O Programa Balde Cheio é um projeto de transferência de tecnologia da Embrapa que visa capacitar extensionistas rurais e pecuaristas em técnicas, práticas e processos agrícolas, zootécnicos, gerenciais e ambientais (EMBRAPA, 2021). Por ter um histórico de sucesso desde 1998 até o presente momento, foi a base para a pesquisa sobre eficiência do modelo de assistência técnica aos produtores de pecuária leiteira. Por meio da análise das planilhas de dados zootécnicos e econômicos utilizadas pelos extensionistas, foi feito o levantamento da produtividade, com e sem equivalente-leite ($L\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), do Custo Operacional Efetivo (COE) com equivalente leite e sem remuneração do produtor ($R\$ L^{-1}$) e do COE com equivalente leite e com remuneração do produtor ($R\$ L^{-1}$).

¹ IGP-DI: Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna.

Na planilha do Programa Balde Cheio, o cálculo do equivalente-leite é obtido pela conversão, em litros de leite, da soma dos valores de várias fontes: (i) venda de animais relacionados à atividade leiteira; (ii) serviços prestados para terceiros com o uso de equipamentos e máquinas alocados na atividade leiteira; (iii) venda de máquinas e equipamentos relacionados à atividade. O total dessas receitas é então dividido pela média do preço do litro de leite no mês em que ocorreram as transações.

O Custo Operacional Efetivo (COE) é o total de gastos assumidos por uma propriedade durante um ano e pode ser dividido em custos variáveis e fixos. Os custos variáveis são aqueles que dependem da quantidade produzida, incluindo despesas com vacinas e medicamentos, suplementação mineral, alimento concentrado, manutenção de benfeitorias, máquinas e forrageiras perenes e anuais. Quando se trata da utilização de máquinas e implementos para a manutenção de culturas perenes, anuais e pastagem, os valores da hora-máquina e hora-implemento também são considerados. Os custos fixos são aqueles que não variam com a quantidade produzida, como despesas com algumas benfeitorias, impostos como o ITR e contribuição sindical (MATSUNAGA et al., 1976).

Foram feitos os levantamentos de dados das propriedades assistidas e participantes do Programa Balde Cheio, analisando a evolução anual da produtividade obtida e comparando à situação anterior das propriedades antes o início da orientação técnica. No processamento de dados, as propriedades foram separadas e estratificadas de acordo com sua área, devido às possíveis diferenças causadas pela área no processo de intensificação da produção leiteira. Assim, os dados obtidos foram analisados separando as propriedades em três classes: 0-12 ha; 12,1-24 ha e > 24 ha.

Nas simulações de desempenho zootécnico e econômico, as propriedades da bacia do Ribeirão de Posses foram igualmente agrupadas em três classes de área, a fim de avaliar se a área da propriedade tem efeito sobre a geração de renda. Nesses grupos foram utilizados os índices produtivos obtidos do Programa Balde Cheio, referentes ao período de orientação técnica.

O aumento da renda foi analisado em termos percentuais, tomando como comparação a renda inicial do início ao fim da orientação técnica do Programa Balde Cheio. Dessa forma, foi feita uma modelagem a partir dos dados disponíveis para as propriedades situadas na bacia em estudo.

Calculou-se, também, o aumento de produtividade devido ao uso de irrigação. Em contato com os técnicos extensionistas do Programa Balde Cheio, relatou-se um aumento de produtividade da ordem de 60% a 80% com o uso de irrigação. Para as simulações desse

estudo, optando-se por manter uma postura conservadora, utilizou-se um aumento de produtividade de 70% para as áreas irrigadas.

4.2.7 Pagamento do extensionista

Para calcular a remuneração do extensionista, utilizou-se o mesmo método proposto por Rochelle (2018). Propõe-se uma parceria entre o produtor e o município em que o produtor pagará mensalmente o valor equivalente a um dia de sua produção, enquanto o município completa o valor restante até chegar a R\$700,00 (setecentos reais), valor corrigido de acordo com o índice IGP-DI.

O extensionista consegue atender até 20 produtores por mês, considerando-se a rotina de trabalho de cinco dias úteis por semana, com quatro semanas por mês, e uma visita técnica por dia. Assim, a cada dia da semana é feita uma visita a um produtor, aos sábados e horas restantes do dia são reservados para possíveis ajustes no planejamento e organização dos dados.

Desta forma, o pró-labore do técnico é de aproximadamente R\$ 14.000,00 (quatorze mil reais) mediante contrato como autônomo. Assim não será exigido o pagamento de encargos financeiros por parte do município ou do produtor.

Cabe ressaltar que, com o passar dos anos de assistência, é esperado um aumento de produção de leite e, conseqüentemente, uma oneração menor para o município e maior para o produtor. O objetivo é que, após quatro anos de participação no projeto, o produtor esteja em um nível tecnológico suficiente para pagar o próprio extensionista, sem a necessidade do auxílio do município.

Além disso, incentiva-se os extensionistas a manterem a qualidade do trabalho elevada, demonstrando sua importância ao produtor, que poderá optar por continuar remunerando-o mesmo após a finalização do projeto, sendo a negociação salarial de livre acordo entre ambos nesse caso.

4.2.8 Incidência de impostos

O ICMS (Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação) é previsto na Constituição Federal Brasileira; seu artigo 155, inciso II, atribui aos Estados e ao Distrito Federal a competência para instituir o mencionado imposto, o qual incide sobre a compra e venda de produtos e serviços de forma não cumulativa, ou seja, há a compensação em cada operação com o montante já cobrado anteriormente nas transações prévias. Cada

estado possui autonomia para definir o percentual a ser cobrado, que varia de acordo com o tipo de bem/serviço. O estado de Minas Gerais estabeleceu a alíquota de 7% para “leite não acondicionado em embalagem própria para consumo”.

Já o ISS (Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza) é cobrado pelos municípios e incide sobre a prestação de determinados serviços. Em contato telefônico com a Prefeitura do Município de Extrema, informou-se que o município segue a Lei Complementar nº 116/2003 no que se refere a esse imposto; a regra geral estabelece que o imposto será devido ao município onde o prestador de serviços – pessoa jurídica ou pessoa física - está localizado. Para a produção de leite essa alíquota é de 2%.

Destaca-se que, nesse ponto, está sendo analisada a cadeia de produção e não apenas o produtor rural isoladamente, uma vez que tais impostos incidem sobre a comercialização, transporte e beneficiamento do leite e não sobre o produtor rural pessoa física. Portanto, no presente trabalho, utilizou-se a alíquota de 7% para o ICMS e de 2% para o ISS.

4.3 Resultados e Discussões

4.3.1 Produtividade de leite e receita líquida – Programa Balde Cheio

Na Tabela 1 apresenta-se o preço médio do litro de leite recebido pelos produtores do Programa Balde Cheio, de 2017 a 2020, bem como os Custos Operacionais Efetivos com equivalente-leite, com e sem a remuneração do produtor rural. Todos os valores estão corrigidos para dezembro de 2022.

Tabela 1: Valores corrigidos do preço médio por litro de leite, Custo Operacional Efetivo (COE) com equivalente-leite sem remuneração do produtor e COE com equivalente-leite e com remuneração do produtor.

Classe de área (ha)	Preço médio (R\$ L ⁻¹)				COE médio (c/eq.-leite s/ rem (R\$ L ⁻¹))				COE médio (c/eq.-leite c/ rem (R\$ L ⁻¹))			
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
0 - 12	2,11	2,24	2,17	2,49	1,18	1,35	1,27	1,41	1,62	1,96	1,7	1,77
12,1 - 24	2,06	2,27	2,25	2,69	1,31	1,45	1,45	1,71	1,64	1,80	1,68	1,97
> 24	2,06	2,36	2,42	2,82	1,59	1,73	1,52	1,79	1,76	1,92	1,73	2,03

Na Tabela 2 apresentam-se os dados de produtividade média sem equivalente-leite e com equivalente-leite, de acordo com as classes das propriedades do Programa Balde Cheio, bem como o percentual da diferença de produtividade em relação ao ano anterior.

Tabela 2: Evolução da produtividade média (Produ_t), sem e com equivalente-leite e percentual da diferença de produtividade (Δ Produ_t) em relação ao ano anterior.

	Classe de área (ha)	Produtividade (L ha ⁻¹ ano ⁻¹) s/ eq leite					Produtividade (L ha ⁻¹ ano ⁻¹) c/ eq leite				
		2017	2018	2019	2020	Δ Prod 2017-2020	2017	2018	2019	2020	Δ Prod 2017-2020
Produ _t média	0 - 12	7107,00	7528,67	8509,20	10062,11	42%	8243,83	8311,78	10247,80	11356,56	38%
% Δ Prod		---	6%	13%	18%	---	---	1%	23%	11%	---
Produ _t média	12 - 24	7010,56	7368,18	8572,82	8782,00	25%	7615,67	7946,55	9351,73	9439,33	24%
% Δ Prod		---	5%	16%	2%	---	---	4%	18%	1%	---
Produ _t média	> 24	4404,17	4996,85	5431,58	5864,18	33%	4814,67	5754,85	6241,83	6627,64	38%
% Δ Prod		---	13%	9%	8%	---	---	20%	8%	6%	---

* Equivalente-leite: conversão de receitas obtidas com a venda de animais em venda de leite.

Observa-se que houve aumento de produção em todos os períodos observados. Apresentada essa análise, destacam-se algumas propriedades específicas do Programa Balde Cheio, não identificadas por motivo de sigilo de dados; por isso, serão identificadas como P1, P2 e P3. Na classe de 0-12 ha destaca-se a P1, com área utilizada para pecuária leiteira de 12 ha; ao iniciar no programa, sua produtividade anual era de 4891 e 6818 L ha⁻¹ ano⁻¹, sem e com equivalente leite, respectivamente. Após 3 anos de participação sua produtividade aumentou para 7584 e 8370 L ha⁻¹ ano⁻¹, sem e com equivalente-leite, respectivamente,

utilizando a mesma área de produção. O aumento de produtividade em relação ao primeiro ano, sem e com equivalente-leite, foram da ordem de 55% e 23%, respectivamente (2693 e 1552 L ha⁻¹ ano⁻¹). A diferença de evolução da produtividade com e sem equivalente-leite pode ser explicada pela especialização do rebanho ao longo do tempo de permanência no programa. No início do trabalho de assistência técnica, na análise do rebanho da propriedade, detectam-se os animais destinados a descarte e a necessidade de aquisição de novos animais, a fim de tornar o rebanho mais produtivo. Com o passar dos anos, o descarte diminui, refletindo no equivalente-leite.

Na classe de 12,1-24 ha destaca-se a propriedade P2, que iniciou no Programa Balde Cheio com produtividade de 11601 e 12127 L ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente sem e com equivalente-leite. Mantendo a área produtiva de 14 ha no período de quatro anos, alcançou produtividades, sem e com equivalente-leite, de 20247 e 20802 L ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Os resultados foram aumentos de 75% e 72% em relação ao primeiro ano, sem e com equivalente leite.

Já na classe acima de 24 ha, a propriedade P3 iniciou no Programa Balde Cheio com produtividade de 7427 e 8042 L ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente sem e com equivalente-leite. Ao final de três anos de participação no programa, sua produtividade alcançou 10105 e 11048 L ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente sem e com equivalente-leite, numa área constante de 24 ha, representando aumentos de 36% e 37% em relação ao primeiro ano, respectivamente sem e com equivalente leite.

Os aumentos de produtividade de todas as propriedades, somados aos exemplos destacados acima, evidenciam a importância da inclusão da orientação técnica adequada como pagamento indireto nos sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Para o cálculo da receita obtida, pelas classes de propriedades, em cada ano da participação no Programa Balde Cheio, foi feita a multiplicação da produtividade de cada ano, pelo valor pago por litro ao produtor, subtraindo-se a multiplicação do COE com equivalente leite e com remuneração do produtor pela produtividade. A Tabela 3 apresenta esses dados juntamente com as porcentagens de aumento de renda em relação ao ano anterior.

Receita líquida das propriedades rurais, por classe de área, com equivalente-leite e com remuneração ao produtor, e evolução (Δ_{Renda} , %) da receita em relação ao ano anterior e ao período 2017-2020.

Classe de área (ha)	Receita Líquida (R\$/ ha ⁻¹ ano ⁻¹) c/eq.-leite e c/ remuneração do produtor				
	2017	2018	2019	2020	Δ_{Renda} 2017-2020
0 - 12	3482,43	2108,03	3999,324	7244,72	108%
	---	-39%	90%	81%	
12 - 24	2944,43	3463,05	4886,506	6323,04	115%
	---	18%	41%	29%	
> 24	1321,25	2198,61	3747,793	4632,704	251%
	---	66%	70%	24%	

Observa-se que de 2017 a 2018 houve queda de 39% na receita das propriedades de 0-12 ha. Isso se deve ao custo de produção do ano de 2018 que foi 21% maior que no ano anterior. Porém, pode-se notar que, apesar desse aumento de custo, ao final de quatro anos de orientação técnica os valores de receita aumentam em 108%, 115% e 251% para as classes de 0-12 ha, 12-24 ha e 24ha, respectivamente.

4.4 Simulação de produtividade e receita líquida – sub-bacia Ribeirão das Posses

Para a simulação da evolução de produtividade de leite nas propriedades da sub-bacia do Ribeirão das Posses, assumiu-se que todas as propriedades da sub-bacia apresentavam condições zootécnicas e econômicas iniciais iguais às da propriedade modal descrita pelo CEPEA/ESALQ-USP. A Tabela 4 apresenta os dados dessa propriedade modal.

Tabela 4: Dados da propriedade modal utilizada nas simulações

Propriedade Modal - CEPEA/ESALQ-USP			
Preço (R\$ L ⁻¹)	Produtividade (L ha ⁻¹ ano ⁻¹)	COE c/eq.-leite e rem	Receita (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)
2,66	1730	2,55	190,3

Fonte: CEPEA/ESALQ-USP

Utilizando-se dos dados apresentados acima, foram feitas as simulações para as propriedades da sub-bacia do Ribeirão das Posses. Partindo da produtividade apresentada pela propriedade modal e aplicando-se os percentuais de aumento de produtividade para os anos subsequentes, obtém-se os dados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Produtividade simulada para as propriedades da sub-bacia do Ribeirão das Posses e aumento percentual acumulado do Ano 1 ao Ano 4.

Classe de propriedades (ha)	Produtividade (L ha ⁻¹ ano ⁻¹)				
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	$\Delta_{\text{Prod}} \text{ ano 1 - 4}$
0 - 12	1730	1744,26	2150,54	2383,22	37,76%
12,1 - 24	1730	1805,16	2124,37	2144,27	23,95%
> 24	1730	2067,82	2242,81	2381,43	37,66%

Observa-se que as propriedades de 0-12 ha apresentaram o maior aumento de produtividade de leite em relação ao primeiro ano (37,76%). As propriedades de 12,1-24 ha obtiveram uma produtividade final de 2144,27 L ha⁻¹ ano⁻¹ (+23,95%), enquanto as propriedades maiores que 24 ha obtiveram a produtividade de 2381,43 L ha⁻¹ ano⁻¹ (+37,66%). Esses dados ficam ainda mais evidentes quando apresentados no Gráfico 1.

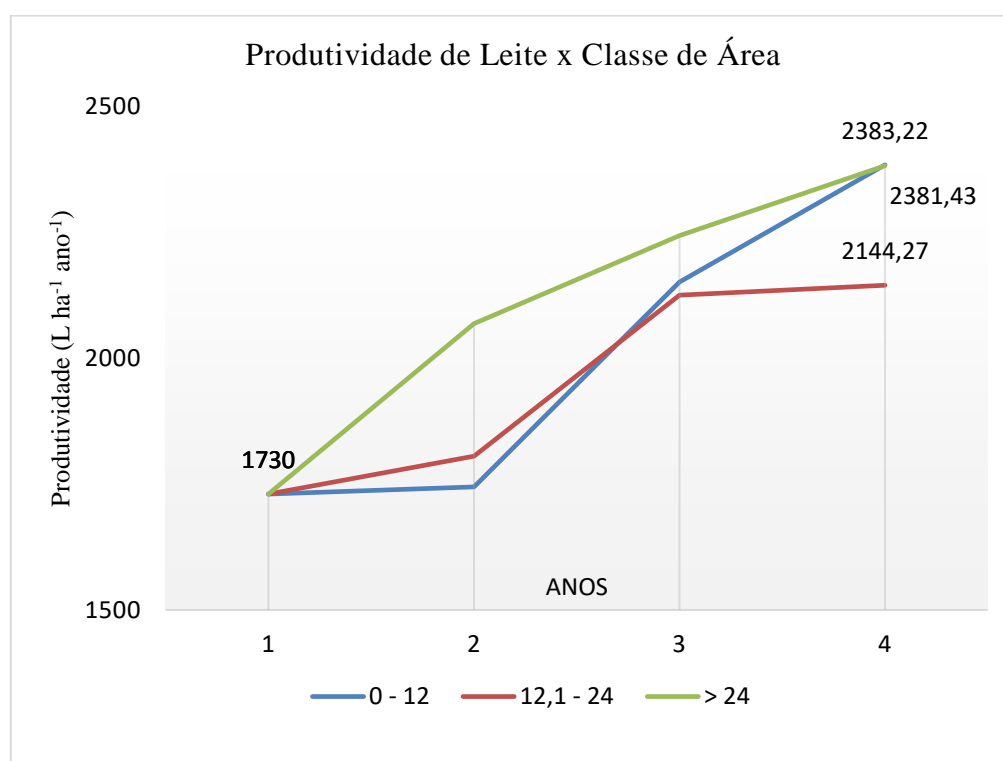


Gráfico 1: Produtividade simulada para as propriedades da sub-bacia do Ribeirão das Posses, de acordo com as classes de propriedades.

Os resultados obtidos mostram que os efeitos da intensificação são mais rapidamente percebidos em propriedades menores, pois o aumento da área também aumenta o trabalho de modificação. Como a maioria das pequenas propriedades praticam a agricultura familiar, não

é comum a contratação de mão de obra externa. Portanto, o aumento da área limita o crescimento da produtividade e da renda, até o ponto em que a mão de obra familiar aumentar a eficiência do trabalho. Tal eficiência pode crescer por treinamento e capacitação, ou pelo uso de sistemas mecanizados e da automatização de processos e atividades.

De acordo com os cálculos apresentados anteriormente (Capítulo 1), a utilização de barramento na sub-bacia do Ribeirão das Posses resultaria na disponibilidade hídrica para irrigar 479,62 ha, o que corresponde a 85,2% da área disponível para pastagem após fazer todo o reflorestamento. Somando-se as áreas disponíveis para pastagem de todas as classes de propriedades da sub-bacia do Ribeirão das Posses, haveria um total de 465,02 ha irrigados, pois o restante dessa área ainda não possui cadastro no SICAR. Portanto, utilizou-se essa área para simular o efeito da irrigação, considerando apenas as propriedades já cadastradas.

Conforme previamente informado, estipulou-se um aumento de produtividade de 70% nas pastagens irrigadas. Esse aumento de produtividade refere-se à produção de forrageiras, porém, esse aumento proporcionará aumento da taxa de lotação e conseqüentemente da produção de leite. Assim, foram obtidos os dados apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Produtividade de sequeiro e irrigada, de acordo com as classes de área das propriedades cadastradas no SICAR, na sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Classe de propriedades (ha)	Produtividade (L ha ⁻¹ ano ⁻¹)					Produtividade com irrigação (L ha ⁻¹ ano ⁻¹)				
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Δ Produt. Ano 1-4	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Δ Produt. Ano 1 - 4
0 - 12	1730	1744,26	2150,54	2383,22	38%	1730	2965,24	3655,92	4051,47	134%
12,1 - 24	1730	1805,16	2124,37	2144,27	24%	1730	3068,78	3611,43	3645,26	111%
> 24	1730	2067,82	2242,81	2381,43	38%	1730	3515,30	3812,77	4048,44	134%

Nos Gráficos 3, 4 e 5 são apresentadas as comparações entre a produtividade em pastagens de sequeiro e irrigadas das propriedades de 0-12 ha, 12,1-24 ha e > 24 ha, respectivamente.

Partindo sempre da mesma base (1730 L ha⁻¹ ano⁻¹) em qualquer classe de área, observa-se que os ganhos de produtividade após três (03) anos de intensificação, em cultivo de sequeiro, são da ordem de 38%, 24% e 38% para nas propriedades com áreas de 0-12 ha, 12,1-24 ha e > 24 ha, respectivamente. Já no caso de pastagens irrigadas, os ganhos de produtividade nas mesmas classes de área são da ordem de 134%, 111% e 134%, respectivamente.

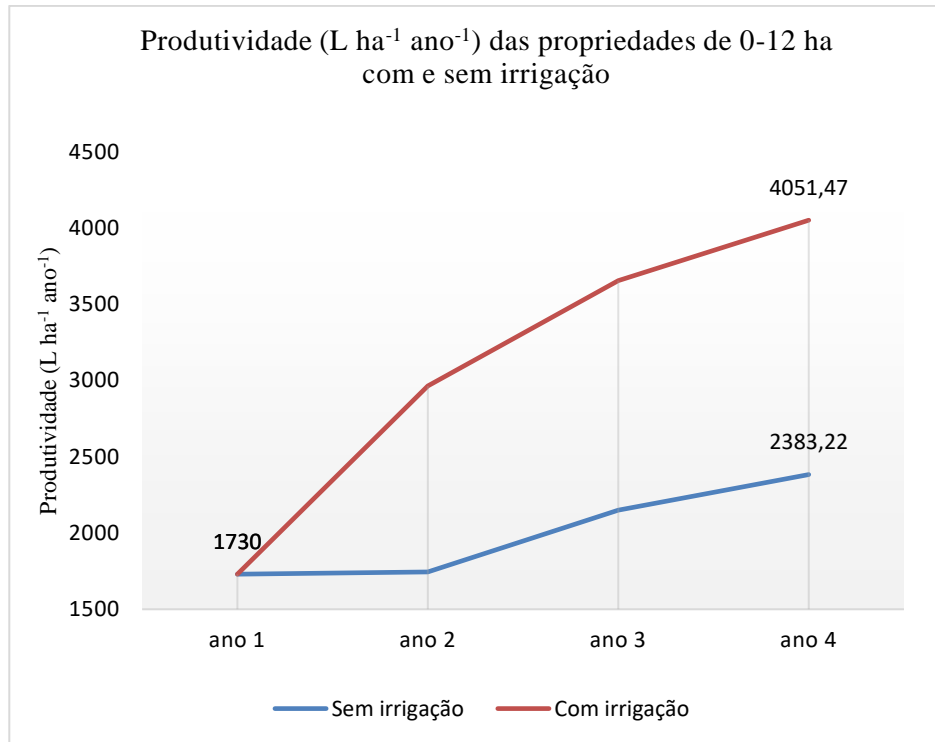


Gráfico 2: Produtividade das propriedades de 0-12 ha, com e sem irrigação.

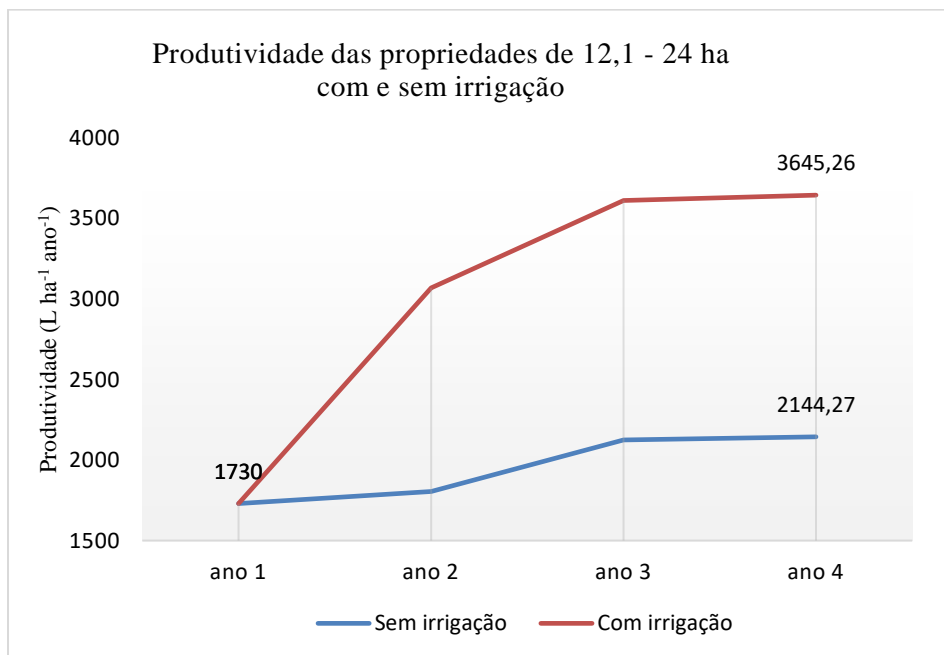


Gráfico 3: Produtividade das propriedades de 12,1 - 24 ha, com e sem irrigação.

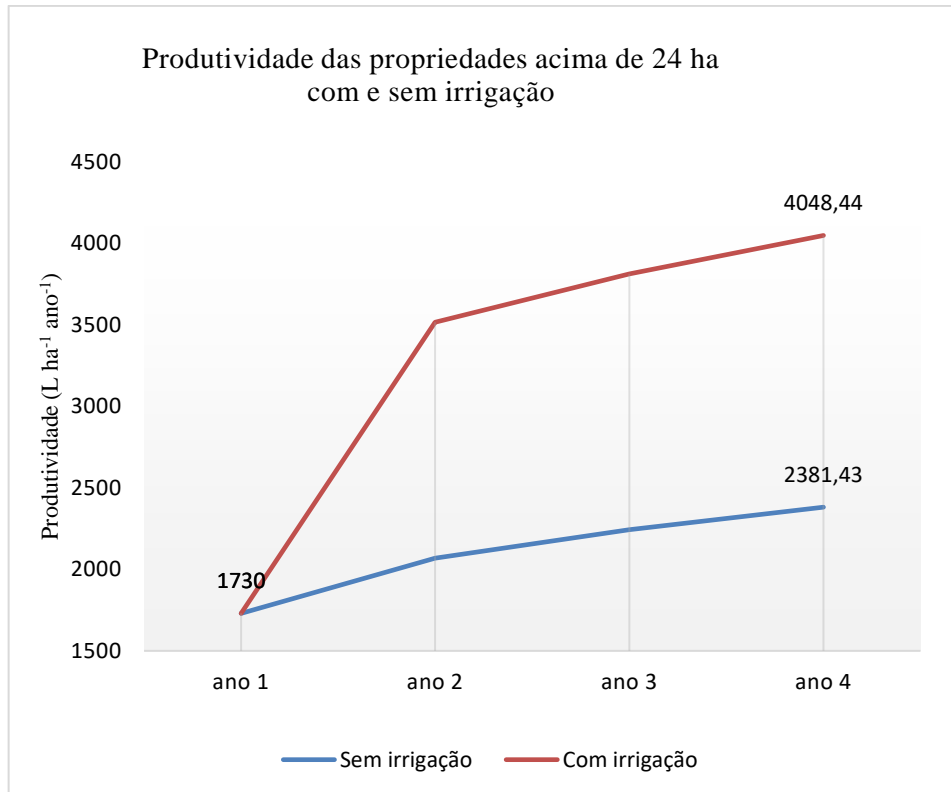


Gráfico 4: Produtividade das propriedades acima de 24 ha, com e sem irrigação.

Com o aumento da produtividade, consequentemente há um aumento proporcional da receita. Para este cálculo é preciso considerar-se, além do COE com equivalente leite e com remuneração ao produtor, o custo do extensionista. Como Sub-bacia do Ribeirão das Posses possui 103 propriedades cadastradas na base do SICAR e cada técnico atende a 20 produtores, serão necessários 6 técnicos para atender a todas as propriedades da bacia. Através da multiplicação da produtividade de cada classe de propriedade pelo valor pago pelo litro de leite em cada ano, foi calculada a receita diária de cada classe de propriedade, a fim de determinar-se qual a participação de cada classe no pagamento do extensionista. Os dados são apresentados na Tabela 9.

Participação no pagamento do extensionista, por classe de propriedade.

Participação no pagamento do extensionista, por classe (R\$ ano ⁻¹)				
Classe de propriedades (ha)	0 -12	12,1 -24	> 24	Salário dos extensionistas (R\$ ano ⁻¹)
Ano 1	21368,92	20042,94	32115,20	1.008.000,00
	2,12%	1,99%	3,19%	
Ano 2	17360,04	17077,02	21682,85	
	1,72%	1,69%	2,15%	
Ano 3	20734,75	19919,72	36243,25	
	2,06%	1,98%	3,60%	
Ano 4	26366,62	24038,22	44844,31	
	2,62%	2,38%	4,45%	

Dividindo-se o custo (R\$ ano⁻¹) pela área disponível para produção agropecuária de cada classe, obtém-se o custo do extensionista em R\$ ha⁻¹ ano⁻¹, conforme Tabela 10.

Tabela 10: Custo do trabalho dos extensionistas por unidade de área (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹)

Classe de propriedades (ha)	Custo do extensionista (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
0 - 12	158,12	128,45	153,43	195,10
12,1 - 24	158,12	134,72	157,15	208,01
> 24,1	158,11	106,75	178,44	220,78

Determinando-se esse valor, é possível aferir a receita líquida de cada classe de propriedades. Os dados são apresentados na Tabela 11.

Receita líquida simulada para as propriedades da Sub-bacia do Ribeirão das Posses de acordo com a classe de propriedades e variação de receita do Ano 1 ao 4, com e sem irrigação.

Classe de propriedades (ha)	Receita Líquida (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)					Receita Líquida com irrigação (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)				
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Δ Receita Ano 1 - 4	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Δ Receita Ano 1 - 4
0 - 12	689,58	359,94	857,33	1520,82	221%	689,58	701,81	1564,86	2721,96	395%
12,1 - 24	568,48	713,71	1053,74	1335,87	235%	568,48	1307,60	1901,37	2416,58	425%
> 24	360,89	803,09	1369,10	1660,55	460%	360,89	1439,98	2452,38	2977,48	825%

Após três anos, a receita líquida obtida com o cultivo de sequeiro foi de R\$ 1520,82 ha⁻¹ ano⁻¹, R\$ 1335,87 ha⁻¹ ano⁻¹ e R\$ 1660,55 ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, para as propriedades de 0-12 ha, 12,1-24 ha e > 24 ha. Tais resultados representam aumentos, em relação à receita líquida inicial, da ordem de +221%, +235% e +460% para as mesmas classes de área supracitadas.

Quando se observa a mesma simulação feita para as áreas irrigadas, os valores da receita líquida para as propriedades de 0-12 ha, 12,1-24 ha e > 24 ha alcançam R\$ 2721,96 ha⁻¹ ano⁻¹ (+395%), R\$ 2416,58 ha⁻¹ ano⁻¹ (+425%) e R\$ 2977,48 ha⁻¹ ano⁻¹ (+825%), respectivamente.

No gráfico 6 são apresentados os dados de evolução da receita líquida, mostrando o potencial de crescimento acentuado. Claramente, as menores propriedades terão o maior crescimento com a incorporação da assistência técnica como pagamento indireto no PSA “Conservador das Águas”, na sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Multiplicando-se a receita pela área ocupada por cada classe das propriedades na Sub-Bacia do Ribeirão das Posses, obtém-se o valor total de receita por ano, gerado na sub-bacia. Calculando-se a diferença de receita de um ano em relação ao ano anterior, temos a diferença de receita na qual irá incidir o ICMS, com alíquota de 7%. As tabelas 12 e 13 apresentam esses resultados com e sem a utilização de irrigação.

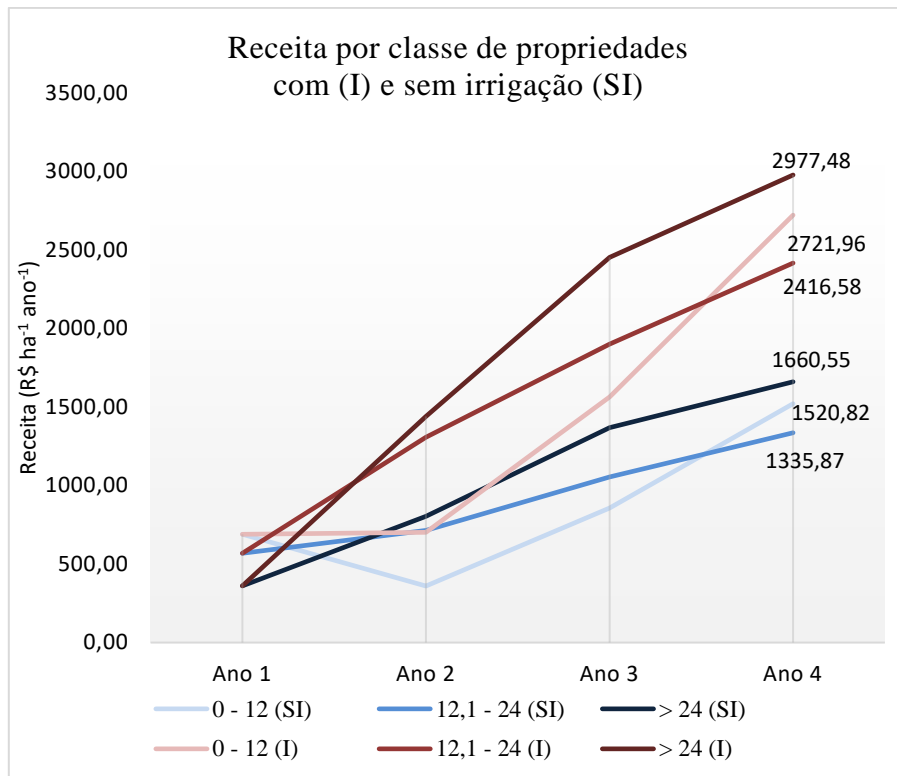


Gráfico 6: Receita líquida das propriedades da sub-bacia do Ribeirão das Posses, com (I) e sem (NI) irrigação.

Tabela 12: Receita líquida total por classe de propriedades, diferença de receita líquida em relação ao ano anterior ($\Delta_{Receita}$) e arrecadação de ICMS sem irrigação.

Classe de propriedades (ha)	Área ocupada na Sub-bacia (ha)	Receita Total (R\$ ano ⁻¹)			
		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
0 - 12	135,15	93194,18	48644,13	115864,38	205532,22
12,1 - 24	126,76	76827,83	96454,39	142409,04	180536,96
> 24	203,11	48772,18	108534,29	185028,00	224416,17
Total		218794,19	253632,81	443301,42	610485,35
$\Delta_{Receita}$		---	34838,61	189668,62	167183,93
Arrecadação de ICMS		---	2438,70	13276,80	11702,88

Tabela 13: Receita líquida total por classe de propriedades, diferença de receita líquida em relação ao ano anterior ($D_{Receita}$) e arrecadação de ICMS com irrigação.

Classe de propriedades (ha)	Área ocupada na Sub-bacia (ha)	Receita Total (R\$ ano-1)			
		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
0 - 12	135,15	93194,18	94847,05	211483,77	367861,40
12,1 - 24	126,76	76827,83	176717,31	256961,77	326590,67
> 24	203,11	48772,18	194607,27	331428,22	402394,14
Total		218794,19	466171,64	799873,76	1096846,21
$\Delta_{Receita}$			247377,44	333702,13	296972,44
arrecadação de ICMS			17316,42	23359,15	20788,07

No Gráfico 7 são apresentados os resultados de evolução da arrecadação de ICMS em sistemas de produção com e sem irrigação.

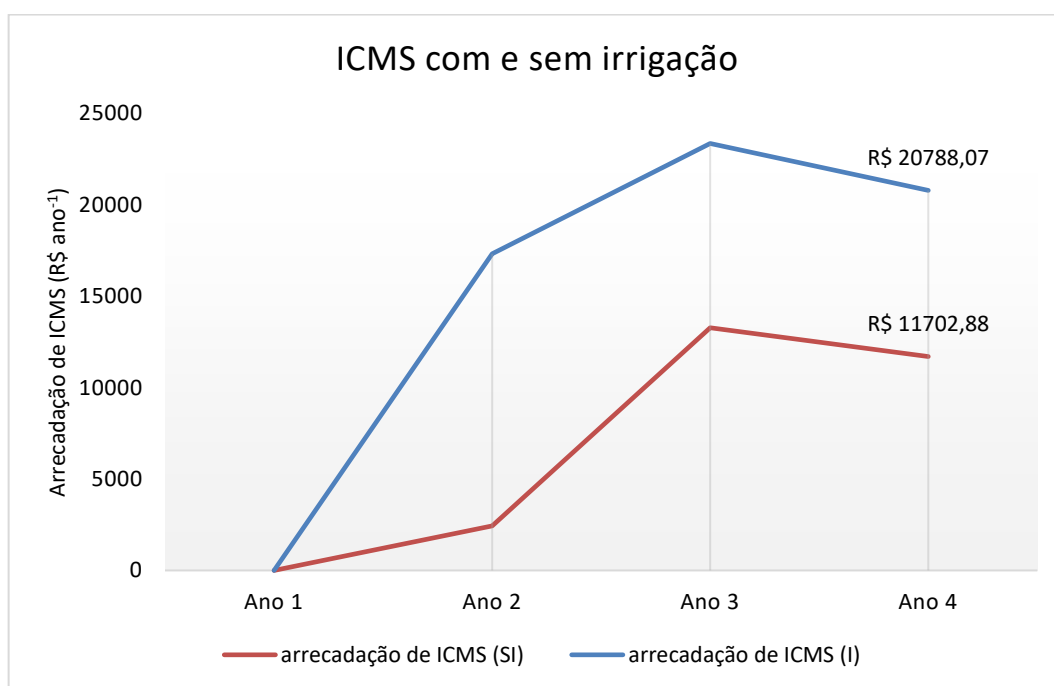


Gráfico 7: Arrecadação de ICMS pela diferença de produtividade, com (I) e sem (SI), das propriedades da Sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Para analisar-se a participação do estado no pagamento do extensionista, pode-se subtrair do valor total necessário para pagamento de todos os técnicos (R\$1.008.000,00), os valores pagos pelos produtores somados ao aumento de ICMS. A tabela 14 apresenta esses resultados.

Tabela 14: Importância do estado no pagamento do técnico extensionista, considerando-se as arrecadações de ICMS, com e sem irrigação (Irigado e Sequeiro) e os valores pagos pelos produtores.

Classe de área (ha)	0 -12	12,1 -24	> 24	Total	Arrecadação de ICMS (R\$ ano ⁻¹)		Salário dos extensionistas (R\$ ano ⁻¹)	Participação do Estado (R\$ ano ⁻¹)	
					Sequeiro	Irigado		Sequeiro	Irigado
Ano 1	21.368,92	20.042,94	32.115,20	73.527,06	---	---	1.008.000,00	1.008.000,00	1.008.000,00
Ano 2	17.360,04	17.077,02	21.682,85	56.119,91	2.438,70	17.316,42		949.441,38	934.563,66
Ano 3	20.734,75	19.919,72	36.243,25	76.897,72	13.276,80	23.359,15		917.825,48	907.743,14
Ano 4	26.366,62	24.038,22	44.844,31	95.249,15	11.702,88	20.788,07		901.047,97	891.962,77

Nota-se que o aumento de receita obtido durante período de simulação ainda não é suficiente para cobrir integralmente o custo da inclusão do extensionista, porém, como o aumento de produtividade se mostra constante nesse período, a tendência indica que o aumento da arrecadação chegará a cobrir os custos da assistência técnica.

4.5 Conclusões

A inclusão da assistência técnica na política de Pagamento por Serviços Ambientais, gera aumento de produtividade e de receita para o produtor rural.

O uso de irrigação é viável e uma opção para o produtor intensificar sua produção, desde que se considere o uso de barragens na sub-bacia.

Havendo uma parceria inicial com o responsável pelo Programa de Pagamento por Serviços Ambientais, o produtor será capaz de pagar o extensionista no início do programa.

Os impostos gerados no período analisado não são suficientes para cobrir o custo do extensionista, porém, comprovado aumento de produtividade fará com que esse ponto seja alcançado.

Referências

ALMEIDA, M.R.R., SILVA, R.F., SANTOS, E. A. C. Análise do potencial de implantação de projetos de pagamento por serviços ambientais (PSA) na região de Uberlândia. **Holos**, 1, p. 1-17, 2019. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2533/pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. 2019a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/quem-regula/rios>. Acesso em 12.out. 2020.

CAMARGO, A.C.; NOVO, A.L.M.; MENDONÇA, F.C.; VINHOLIS, M.M.B. **Projeto Balde Cheio: resgatando a dignidade do produtor familiar de leite**. Embrapa Pecuária Sudeste. Disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticas/download/Proj_Balde_Cheio.pdf>. Acesso em: 08.jan.2020.

EMBRAPA. Análise CAR - 2021. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/car-2021/introducao>>. Acesso em: 19 de julho de 2022.

MATSUNAGA, M., BEMELMANS, P.F., TOLEDO, P.E.N. et al. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*,23(1):123-139. 1976.

THE NATURE CONSERVANCY – TNC. **Produtor de Água no PCJ**. Pagamento por Serviços Ambientais - lições aprendidas e próximos passos, 2015. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/quem-somos/publicacoes/produtor-de-agua-pcj-licoes-aprendidas.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2022.

TUCCI, C.E.M. N. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

Anexos

Anexo A: Tabela dos parâmetros da distribuição de Weibull como função do coeficiente de assimetria (γ).

γ	$1/\alpha$	A (α)	B (α)
-1,000	0,02	0,446	40,005
-0,971	0,03	0,440	26,987
-0,971	0,04	0,442	20,481
-0,867	0,05	0,439	16,576
-0,638	0,10	0,425	8,737
-0,254	0,20	0,389	4,755
0,069	0,30	0,346	3,370
0,359	0,40	0,297	2,364
0,631	0,50	0,246	2,159
0,896	0,60	0,193	1,815
1,196	0,70	0,142	1,549
1,430	0,80	0,092	1,334
1,708	0,90	0,044	1,154
2,000	1,00	0,000	1,000
2,309	1,10	0,040	0,867
2,640	1,20	0,077	0,752
2,996	1,30	0,109	0,652
3,382	1,40	0,136	0,563
3,802	1,50	0,160	0,486
4,262	1,60	0,180	0,418
4,767	1,70	0,196	0,359
5,323	1,80	0,280	0,308
5,938	1,90	0,217	0,263
6,619	2,00	0,224	0,224
7,374	2,10	0,227	0,190
8,214	2,20	0,229	0,161

Anexo B: área das propriedades cadastradas no SICAR, em m² e ha, e seus respectivos códigos no sistema.

Nº do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área do Imóvel (m²)	Área do Imóvel (ha)
1	MG-3125101-128896D799594DE9B22F7B733576E172	1.089.205	108,92
2	MG-3125101-080CB3C9300C4B78945A0A58FBE1F2AA	533.735	53,37
3	MG-3125101-D293E0755DC5481197DAD82FC0A50394	509.213	50,92
4	MG-3125101-81301FD83A754737B7D7FA32620766E3	442.867	44,29
5	MG-3125101-0AAC177262E8477A82E4C79F1A4E6B85	418.297	41,83
6	MG-3125101-407689DE5C6F4498BDE60D2036DCE945	315.062	31,51
7	MG-3125101-D74866A4FFE44624851AD74A613DF603	245.609	24,56
8	MG-3125101-40E7B0EB1CF14723AFA86417ADADB01F	245.345	24,53
9	MG-3125101-2BA2476046B84FC5A6EE2C4CC2D729C4	242.652	24,27
10	MG-3125101-3F1F19676F354C578940165977EB3E6E	139.600	13,96
11	MG-3125101-40DD74B41AD449BD8D356097C469A732	271.673	27,17
12	MG-3125101-F6E72E83CF72473DB65BAB2E6CF4B6E2	215.286	21,53
13	MG-3125101-40C5617366934AAC8885156BD7096AD8	204.757	20,48
14	MG-3125101-91F792E1108246C3870E534E8AB24B3B	201.461	20,15
15	MG-3125101-46C3209230ED47449DFF123E4EB0E54D	197.508	19,75
16	MG-3125101-F9659FC518F24989A9AF08CA7F6EADD1	187.656	18,77
17	MG-3125101-938D0EFE07864097B883F275547AAEA4	188.068	18,81
18	MG-3125101-6111896352684525AC2979BC9A4C1E4F	178.450	17,85
19	MG-3125101-E46AAEBBC43A4013AB5902625C8E24C5	178.823	17,88
20	MG-3125101-A34B6A1757F3499F818B6FFA156FCE49	171.841	17,18
21	MG-3125101-BCD4C53F76574FC7BC8CA0F1022E1439	168.702	16,87
22	MG-3125101-	77.207	7,72

Nº do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área do Imóvel (m²)	Área do Imóvel (ha)
	0A6D60021DB84A2F923B34BD56D91178		
23	MG-3125101-57E559CA2B914B3898A38C36ED2ED839	145.009	14,50
24	MG-3125101-50413B1007614953ACF63415BCD1DDB6	132.669	13,27
25	MG-3125101-27EA44EF998441829236733FE4B2C8E6	128.572	12,86
26	MG-3125101-D109747EBD59452C857CF88662E605EE	128.938	12,89
27	MG-3125101-4C83601CDF0F4BD984398ACBD1683DAD	124.911	12,49
28	MG-3125101-CEE4D0F6AA9C4AF9A5B1EBF8026D926F	112.055	11,21
29	MG-3125101-64852C494914492887DB93DA726B9468	7.527	0,75
30	MG-3125101-CE07874159DD484CA07BF63CA1664B59	94.345	9,43
31	MG-3125101-06A0E73C34C4443B949099611A11E5F4	94.676	9,47
32	MG-3125101-8170D01621C54CA8B8524941B9F3D79D	94.210	9,42
33	MG-3125101-57D52523C806412D8006E2E21B96D666	83.993	8,40
34	MG-3125101-965A674F2C23445A9FFA4AB58D273F1F	82.081	8,21
35	MG-3125101-C51A3550BFFF43289F96759DB1B07551	79.623	7,96
36	MG-3125101-80624953ACC94420A45480DAB3174EA0	52.306	5,23
37	MG-3125101-B58C28C0CBB84F07AB0678CCE3C8872F	78.893	7,89
38	MG-3125101-1CE0FA8D024340128B5916CF04061A86	95.767	9,58
39	MG-3125101-1DA6A0DC0AA841DCB50E0C6FF383B3F5	72.297	7,23
40	MG-3125101-87809BF517A943B28E0930A31EBECC4D	73.322	7,33
41	MG-3125101-8126FE3D2F1A48BDAB9672A2895D6542	66.529	6,65
42	MG-3125101-619CDCC2AEDD44ECAF13ADD2516D2DA6	83.123	8,31
43	MG-3125101-6B68773A9B154AE3A648B3336259CE7C	61.939	6,19
44	MG-3125101-103EFFED62A14DE5A768D309B85AB8D9	63.583	6,36
45	MG-3125101-	52.437	5,24

Nº do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área do Imóvel (m²)	Área do Imóvel (ha)
	D0DE62B5E2D7433E8AAD5B2BE3C265BB		
46	MG-3125101-81A942F6B5094106AD531618111D102A	58.916	5,89
47	MG-3125101-9B94C4A742DE4F14BCEC37FEAFDAA899	77.822	7,78
48	MG-3125101-0951F6BA7F4241D1A5286EBCED5D5B9C	54.819	5,48
49	MG-3125101-DC3F41AF1221499295B6BF129EF1B9A1	58.866	5,89
50	MG-3125101-D1CAE26A1F724B8B982515344ED575D8	64.429	6,44
51	MG-3125101-8184B67AD95C41DFA909502D0B3B016F	52.514	5,25
52	MG-3125101-3F74BB7E254B45C89350F14F0C1E77F6	49.515	4,95
53	MG-3125101-74ECD7A0B66747C380F32A2576228F95	46.216	4,62
54	MG-3125101-482A85C9FFF149CB809D78B7F9AF74ED	46.661	4,67
55	MG-3125101-B63494C8C40D41B1852B1EF1D24182FF	49.911	4,99
56	MG-3125101-8FA0B4C42A334DF59ADDF413FBEE07FE	38.471	3,85
57	MG-3125101-D544F63A493A4F639DEFD7E16A81A4D1	9.359	0,94
58	MG-3125101-743A6A356EA34B81A52F966DB0BA9AF7	17.604	1,76
59	MG-3125101-4045E4BC210B4F5381A98B8D61F4427D	25.243	2,52
60	MG-3125101-84D4AD56484F4740A093827453DD6762	40.163	4,02
61	MG-3125101-A7817C6B35FB486AB3962EF1CA82D4D3	39.362	3,94
62	MG-3125101-0358E8ADD0694493832F9092D2B662A7	41.916	4,19
63	MG-3125101-A61B2A826AB64B9897C8A5D4FF57CF5B	39.066	3,91
64	MG-3125101-E285B829A896421D9938FB91ABAB9426	19.066	1,91
65	MG-3125101-50D0248738F44890A9C5EC321FAF0BB9	43.534	4,35
66	MG-3125101-6B9B8836AD374B11925BFC5A9A79A0B3	38.029	3,80
67	MG-3125101-46E0129536D24911A84167DE226FC45C	34.340	3,43

N° do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área do Imóvel (m²)	Área do Imóvel (ha)
68	MG-3125101- C0CAC4DA5C254339827886E429D0D2F3	34.693	3,47
69	MG-3125101- ED371CD06E9543129BC834CF847E5646	33.269	3,33
70	MG-3125101- 249F150A8F84FEA948B45F6511F376C	5.204	0,52
71	MG-3125101- 4A7C5A2BA3224BD992F3BC8898ACA86C	31.342	3,13
72	MG-3125101- 06CC10B69EC34BCF9BC79A6CAC9DFD51	25.087	2,51
73	MG-3125101- DBAEE31E406448728416B203B175212E	25.463	2,55
74	MG-3125101- B00D4E819C7A46FBA7296DE38E8E33B7	27.828	2,78
75	MG-3125101- 792B45B978AC4DFD85FC010D391798D1	33.095	3,31
76	MG-3125101- D0A957D0A6644DF2AB0BF3773CA419C4	24.962	2,50
77	MG-3125101- 95B5F521148D43E3ABD90BA7F48FD9B0	23.984	2,40
78	MG-3125101- 1CBD576A2B084F729D876F8CBB6BE389	20.566	2,06
79	MG-3125101- D6225BF188A94DA7B494082E4E0E68F1	19.380	1,94
80	MG-3125101- 00521CC2AE5A4D19B41B53B68A0DC0E2	13.740	1,37
81	MG-3125101- 833DD2BBD84E24988F3400B1C746B6	19.348	1,93
82	MG-3125101- 71F63B21574345AD90173F9812643F4F	24.836	2,48
83	MG-3125101- 20F2D7423BA74725A2FB18410748B628	15.932	1,59
84	MG-3125101- 6751109AFBDF488A95092F83DA684C2A	9.790	0,98
85	MG-3125101- 9659E7D3B72A494FB8EB353737CCA494	12.565	1,26
86	MG-3125101- 35D1A9AF0B5F4CA684A5830138AF3248	9.060	0,91
87	MG-3125101- 435A4B48F3D140E88321D58E0126B297	768	0,08
88	MG-3125101- 18CF129632DF42EDAEBFC144B6A61E9F	10.383	1,04
89	MG-3125101- A809E6A551414617B4F4610B7E2CA515	9.580	0,96
90	MG-3125101- 2CE538E5C9664C8AAD9C4B48EE8A1105	5.187	0,52

Nº do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área do Imóvel (m²)	Área do Imóvel (ha)
91	MG-3125101-7FED742C1C6942DEB22B2F531EE8F6E8	9.166	0,92
92	MG-3125101-23370D4DFABE48A8B82AB98E7334EA9A	8.276	0,83
93	MG-3125101-5AA870174EF545749B19C4435143E61D	6.556	0,66
94	MG-3125101-752DD20981E84AF2A407434C04EBEB45	6.049	0,60
95	MG-3125101-10E02331E7E84E92876454B01007CACC	5.260	0,53
96	MG-3125101-BACCDEDA19E44042AC6C936E9BAD6819	5.188	0,52
97	MG-3125101-CB25D4C61A294ECCB5C28BA1489B8211	5.013	0,50
98	MG-3125101-17D111B01C544EE796706BA73673A68D	4.055	0,41
99	MG-3125101-42BEF413E5874466B706383E3B39294D	3.710	0,37
100	MG-3125101-1426918F2CB34B64B37D749B650946C9	3.059	0,31
101	MG-3125101-5F406A77D95645E9A1DF1C20C4139E73	2.176	0,22
102	MG-3125101-37A8F50381AE42A9993B13E7BC206A46	2.380	0,24
103	MG-3125101-70216F4D42314E328F30A3705268090F	1.701	0,17
Área total das propriedades cadastradas no SICAR		9.876.295	987,63

Anexo C: Áreas de APP declaradas e devidas, por propriedade.

Nº do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área Total de APP declarada no CAR (ha)	Área Total de APP devida (ha) - segundo hidrografia oficial
1	MG-3125101-128896D799594DE9B22F7B733576E172	33,29	15,82
2	MG-3125101-080CB3C9300C4B78945A0A58FBE1F2AA	8,25	6,91
3	MG-3125101-D293E0755DC5481197DAD82FC0A50394	14,88	2,40
4	MG-3125101-81301FD83A754737B7D7FA32620766E3	14,17	4,22
5	MG-3125101-0AAC177262E8477A82E4C79F1A4E6B85	8,54	4,82
6	MG-3125101-407689DE5C6F4498BDE60D2036DCE945	23,07	4,61
7	MG-3125101-D74866A4FFE44624851AD74A613DF603	0,00	5,48
8	MG-3125101-40E7B0EB1CF14723AFA86417ADADB01F	5,33	1,62
9	MG-3125101-2BA2476046B84FC5A6EE2C4CC2D729C4	5,81	4,51
10	MG-3125101-3F1F19676F354C578940165977EB3E6E	6,36	1,68
11	MG-3125101-40DD74B41AD449BD8D356097C469A732	2,99	1,53
12	MG-3125101-F6E72E83CF72473DB65BAB2E6CF4B6E2	0,00	4,64
13	MG-3125101-40C5617366934AAC8885156BD7096AD8	12,08	1,68
14	MG-3125101-91F792E1108246C3870E534E8AB24B3B	0,00	0,00
15	MG-3125101-46C3209230ED47449DFF123E4EB0E54D	6,58	4,45
16	MG-3125101-F9659FC518F24989A9AF08CA7F6EADD1	8,92	3,84
17	MG-3125101-938D0EFE07864097B883F275547AAEA4	4,77	3,57
18	MG-3125101-6111896352684525AC2979BC9A4C1E4F	3,83	2,59
19	MG-3125101-E46AAEBBC43A4013AB5902625C8E24C5	1,92	0,00
20	MG-3125101-A34B6A1757F3499F818B6FFA156FCE49	8,12	0,01
21	MG-3125101-BCD4C53F76574FC7BC8CA0F1022E1439	0,00	3,95
22	MG-3125101-0A6D60021DB84A2F923B34BD56D91178	0,00	0,00

N° do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área Total de APP declarada no CAR (ha)	Área Total de APP devida (ha) - segundo hidrografia oficial
23	MG-3125101-57E559CA2B914B3898A38C36ED2ED839	4,63	1,76
24	MG-3125101-50413B1007614953ACF63415BCD1DDB6	5,82	3,45
25	MG-3125101-27EA44EF998441829236733FE4B2C8E6	2,92	3,77
26	MG-3125101-D109747EBD59452C857CF88662E605EE	3,21	3,30
27	MG-3125101-4C83601CDF0F4BD984398ACBD1683DAD	1,15	0,46
28	MG-3125101-CEE4D0F6AA9C4AF9A5B1EBF8026D926F	9,31	4,67
29	MG-3125101-64852C494914492887DB93DA726B9468	0,00	0,00
30	MG-3125101-CE07874159DD484CA07BF63CA1664B59	2,42	1,01
31	MG-3125101-06A0E73C34C4443B949099611A11E5F4	3,55	0,00
32	MG-3125101-8170D01621C54CA8B8524941B9F3D79D	2,38	1,62
33	MG-3125101-57D52523C806412D8006E2E21B96D666	0,00	0,34
34	MG-3125101-965A674F2C23445A9FFA4AB58D273F1F	1,72	0,88
35	MG-3125101-C51A3550BFFF43289F96759DB1B07551	0,00	0,15
36	MG-3125101-80624953ACC94420A45480DAB3174EA0	0,00	0,00
37	MG-3125101-B58C28C0CBB84F07AB0678CCE3C8872F	1,95	1,52
38	MG-3125101-1CE0FA8D024340128B5916CF04061A86	0,57	0,08
39	MG-3125101-1DA6A0DC0AA841DCB50E0C6FF383B3F5	2,75	2,91
40	MG-3125101-87809BF517A943B28E0930A31EBECC4D	3,11	0,53
41	MG-3125101-8126FE3D2F1A48BDAB9672A2895D6542	3,02	0,74
42	MG-3125101-19CDCC2AEDD44ECAF13ADD2516D2DA6	0,00	0,00
43	MG-3125101-6B68773A9B154AE3A648B3336259CE7C	0,55	0,00
44	MG-3125101-103EFFED62A14DE5A768D309B85AB8D9	2,49	0,73
45	MG-3125101-D0DE62B5E2D7433E8AAD5B2BE3C265BB	0,00	0,80
46	MG-3125101-81A942F6B5094106AD531618111D102A	1,03	0,00
47	MG-3125101-9B94C4A742DE4F14BCEC37FEAFDAA899	0,00	2,02

Nº do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área Total de APP declarada no CAR (ha)	Área Total de APP devida (ha) - segundo hidrografia oficial
48	MG-3125101-0951F6BA7F4241D1A5286EBCED5D5B9C	0,44	0,02
49	MG-3125101-DC3F41AF1221499295B6BF129EF1B9A1	1,35	0,37
50	MG-3125101-D1CAE26A1F724B8B982515344ED575D8	0,93	1,13
51	MG-3125101-8184B67AD95C41DFA909502D0B3B016F	0,60	0,00
52	MG-3125101-3F74BB7E254B45C89350F14F0C1E77F6	1,12	0,00
53	MG-3125101-74ECD7A0B66747C380F32A2576228F95	2,95	2,57
54	MG-3125101-482A85C9FFF149CB809D78B7F9AF74ED	0,22	0,00
55	MG-3125101-B63494C8C40D41B1852B1EF1D24182FF	0,01	0,00
56	MG-3125101-8FA0B4C42A334DF59ADDF413FBEE07FE	0,00	1,14
57	MG-3125101-D544F63A493A4F639DEFD7E16A81A4D1	0,00	0,02
58	MG-3125101-743A6A356EA34B81A52F966DB0BA9AF7	1,75	0,00
59	MG-3125101-4045E4BC210B4F5381A98B8D61F4427D	1,50	0,98
60	MG-3125101-84D4AD56484F4740A093827453DD6762	0,00	0,90
61	MG-3125101-A7817C6B35FB486AB3962EF1CA82D4D3	0,00	0,00
62	MG-3125101-0358E8ADD0694493832F9092D2B662A7	2,32	0,88
63	MG-3125101-A61B2A826AB64B9897C8A5D4FF57CF5B	2,87	1,01
64	MG-3125101-E285B829A896421D9938FB91ABAB9426	0,00	0,00
65	MG-3125101-50D0248738F44890A9C5EC321FAF0BB9	1,07	0,49
66	MG-3125101-6B9B8836AD374B11925BFC5A9A79A0B3	0,00	1,13
67	MG-3125101-46E0129536D24911A84167DE226FC45C	0,41	0,00
68	MG-3125101-C0CAC4DA5C254339827886E429D0D2F3	1,30	0,00
69	MG-3125101-ED371CD06E9543129BC834CF847E5646	0,00	0,28
70	MG-3125101-	0,00	0,00

N° do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área Total de APP declarada no CAR (ha)	Área Total de APP devida (ha) - segundo hidrografia oficial
	249F150A8FBF4FEA948B45F6511F376C		
71	MG-3125101-4A7C5A2BA3224BD992F3BC8898ACA86C	0,00	0,00
72	MG-3125101-06CC10B69EC34BCF9BC79A6CAC9DFD51	0,00	1,35
73	MG-3125101-DBAEE31E406448728416B203B175212E	3,23	0,00
74	MG-3125101-B00D4E819C7A46FBA7296DE38E8E33B7	0,37	0,40
75	MG-3125101-792B45B978AC4DFD85FC010D391798D1	1,74	0,61
76	MG-3125101-D0A957D0A6644DF2AB0BF3773CA419C4	1,43	0,92
77	MG-3125101-95B5F521148D43E3ABD90BA7F48FD9B0	0,00	0,00
78	MG-3125101-1CBD576A2B084F729D876F8CBB6BE389	0,07	0,00
79	MG-3125101-D6225BF188A94DA7B494082E4E0E68F1	0,00	0,20
80	MG-3125101-00521CC2AE5A4D19B41B53B68A0DC0E2	0,40	0,35
81	MG-3125101-833DD2BBD84E24988F3400B1C746B6	0,70	0,00
82	MG-3125101-71F63B21574345AD90173F9812643F4F	0,19	0,27
83	MG-3125101-20F2D7423BA74725A2FB18410748B628	0,00	0,00
84	MG-3125101-6751109AFBDF488A95092F83DA684C2A	0,00	0,00
85	MG-3125101-9659E7D3B72A494FB8EB353737CCA494	0,70	0,70
86	MG-3125101-35D1A9AF0B5F4CA684A5830138AF3248	0,00	0,48
87	MG-3125101-435A4B48F3D140E88321D58E0126B297	0,01	0,07
88	MG-3125101-18CF129632DF42EDAEBFC144B6A61E9F	0,00	0,00
89	MG-3125101-A809E6A551414617B4F4610B7E2CA515	0,00	0,00
90	MG-3125101-2CE538E5C9664C8AAD9C4B48EE8A1105	0,92	0,27
91	MG-3125101-7FED742C1C6942DEB22B2F531EE8F6E8	0,00	0,62
92	MG-3125101-23370D4DFABE48A8B82AB98E7334EA9A	0,00	0,66
93	MG-3125101-5AA870174EF545749B19C4435143E61D	0,00	0,00
94	MG-3125101-752DD20981E84AF2A407434C04EBEB45	0,00	0,01

N° do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área Total de APP declarada no CAR (ha)	Área Total de APP devida (ha) - segundo hidrografia oficial
95	MG-3125101-10E02331E7E84E92876454B01007CACC	0,00	0,05
96	MG-3125101-BACCDEDA19E44042AC6C936E9BAD6819	0,00	0,40
97	MG-3125101-CB25D4C61A294ECCB5C28BA1489B8211	0,00	0,34
98	MG-3125101-17D111B01C544EE796706BA73673A68D	0,00	0,09
99	MG-3125101-42BEF413E5874466B706383E3B39294D	0,00	0,00
100	MG-3125101-1426918F2CB34B64B37D749B650946C9	0,19	0,27
101	MG-3125101-5F406A77D95645E9A1DF1C20C4139E73	0,00	0,12
102	MG-3125101-37A8F50381AE42A9993B13E7BC206A46	0,00	0,00
103	MG-3125101-70216F4D42314E328F30A3705268090F	0,29	0,00
Área total das propriedades cadastradas no SICAR		250,55	128,19

Anexo D: Áreas declaradas de RL, áreas de exigência de RL e diferença entre elas de cada propriedade declarada e não declarada da sub-bacia do Ribeirão das Posses.

Nº do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área do Imóvel (ha)	Área Total de RL declarada no CAR (ha)	Área Mínima de 20% exigida p/ RL (ha)	Diferença entre área mínima e área declarada
1	MG-3125101-128896D799594DE9B22F7B733576E172	108,92	28,16	21,78	6,38
2	MG-3125101-080CB3C9300C4B78945A0A58FBE1F2AA	53,37	5,46	10,67	-5,21
3	MG-3125101-D293E0755DC5481197DAD82FC0A50394	50,92	8,94	10,18	-1,25
4	MG-3125101-81301FD83A754737B7D7FA32620766E3	44,29	4,69	8,86	-4,17
5	MG-3125101-0AAC177262E8477A82E4C79F1A4E6B85	41,83	5,28	8,37	-3,08
6	MG-3125101-407689DE5C6F4498BDE60D2036DCE945	31,51	4,61	6,30	-1,69
7	MG-3125101-D74866A4FFE44624851AD74A613DF603	24,56	0,54	4,91	-4,38
8	MG-3125101-40E7B0EB1CF14723AFA86417ADADB01F	24,53	8,29	4,91	3,38
9	MG-3125101-2BA2476046B84FC5A6EE2C4CC2D729C4	24,27	6,36	4,85	1,50
10	MG-3125101-3F1F19676F354C578940165977EB3E6E	13,96	4,59	2,79	1,79
11	MG-3125101-40DD74B41AD449BD8D356097C469A732	27,17	4,94	5,43	-0,49
12	MG-3125101-F6E72E83CF72473DB65BAB2E6CF4B6E2	21,53	0,37	4,31	-3,93
13	MG-3125101-40C5617366934AAC8885156BD7096AD8	20,48	5,98	4,10	1,88
14	MG-3125101-91F792E1108246C3870E534E8AB24B3B	20,15	0,22	4,03	-3,80
15	MG-3125101-46C3209230ED47449DFF123E4EB0E54D	19,75	3,01	3,95	-0,94
16	MG-3125101-F9659FC518F24989A9AF08CA7F6EADD1	18,77	1,01	3,75	-2,74
17	MG-3125101-938D0EFE07864097B883F275547AAEA4	18,81	3,73	3,76	-0,03
18	MG-3125101-6111896352684525AC2979BC9A4C1E4F	17,85	0,53	3,57	-3,04
19	MG-3125101-E46AAEBBC43A4013AB5902625C8E24C5	17,88	1,11	3,58	-2,47
20	MG-3125101-A34B6A1757F3499F818B6FFA156FCE49	17,18	1,78	3,44	-1,66
21	MG-3125101-BCD4C53F76574FC7BC8CA0F1022E1439	16,87	1,97	3,37	-1,40
22	MG-3125101-0A6D60021DB84A2F923B34BD56D91178	7,72	0,00	1,54	-1,54
23	MG-3125101-57E559CA2B914B3898A38C36ED2ED839	14,50	7,53	2,90	4,63
24	MG-3125101-50413B1007614953ACF63415BCD1DDB6	13,27	9,97	2,65	7,32
25	MG-3125101-27EA44EF998441829236733FE4B2C8E6	12,86	1,69	2,57	-0,88
	MG-3125101-D109747EBD59452C857CF88662E605EE	12,89	0,81	2,58	-1,77
27	MG-3125101-4C83601CDF0F4BD984398ACBD1683DAD	12,49	0,66	2,50	-1,84
28	MG-3125101-CEE4D0F6AA9C4AF9A5B1EBF8026D926F	11,21	0,00	2,24	-2,24
29	MG-3125101-64852C494914492887DB93DA726B9468	0,75	0,19	0,15	0,04
30	MG-3125101-CE07874159DD484CA07BF63CA1664B59	9,43	1,13	1,89	-0,76
31	MG-3125101-06A0E73C34C4443B949099611A11E5F4	9,47	0,83	1,89	-1,06
32	MG-3125101-8170D01621C54CA8B8524941B9F3D79D	9,42	2,97	1,88	1,09
33	MG-3125101-57D52523C806412D8006E2E21B96D666	8,40	7,70	1,68	6,02
34	MG-3125101-965A674F2C23445A9FFA4AB58D273F1F	8,21	1,12	1,64	-0,52
35	MG-3125101-C51A3550BFFF43289F96759DB1B07551	7,96	0,00	1,59	-1,59
36	MG-3125101-80624953ACC94420A45480DAB3174EA0	5,23	1,28	1,05	0,24
37	MG-3125101-B58C28C0CBB84F07AB0678CCE3C8872F	7,89	0,86	1,58	-0,72
38	MG-3125101-1CE0FA8D024340128B5916CF04061A86	9,58	0,00	1,92	-1,92

Nº do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área do Imóvel (ha)	Área Total de RL declarada no CAR (ha)	Área Mínima de 20% exigida p/ RL (ha)	Diferença entre área mínima e área declarada
39	MG-3125101-1DA6A0DC0AA841DCB50E0C6FF383B3F5	7,23	0,89	1,45	-0,56
40	MG-3125101-87809BF517A943B28E0930A31EBECC4D	7,33	1,84	1,47	0,37
41	MG-3125101-8126FE3D2F1A48BDAB9672A2895D6542	6,65	0,64	1,33	-0,69
42	MG-3125101-619CDCC2AEDD44ECAAF13ADD2516D2DA6	8,31	0,00	1,66	-1,66
43	MG-3125101-6B68773A9B154AE3A648B3336259CE7C	6,19	0,35	1,24	-0,89
44	MG-3125101-103EFFED62A14DE5A768D309B85AB8D9	6,36	0,73	1,27	-0,54
45	MG-3125101-D0DE62B5E2D7433E8AAD5B2BE3C265BB	5,24	0,00	1,05	-1,05
46	MG-3125101-81A942F6B5094106AD531618111D102A	5,89	0,21	1,18	-0,96
47	MG-3125101-9B94C4A742DE4F14BCEC37FEAFDAA899	7,78	1,22	1,56	-0,34
48	MG-3125101-0951F6BA7F4241D1A5286EBCED5D5B9C	5,48	0,80	1,10	-0,30
49	MG-3125101-DC3F41AF1221499295B6BF129EF1B9A1	5,89	1,09	1,18	-0,09
50	MG-3125101-D1CAE26A1F724B8B982515344ED575D8	6,44	0,00	1,29	-1,29
51	MG-3125101-8184B67AD95C41DFA909502D0B3B016F	5,25	0,20	1,05	-0,85
52	MG-3125101-3F74BB7E254B45C89350F14F0C1E77F6	4,95	0,81	0,99	-0,18
53	MG-3125101-74ECD7A0B66747C380F32A2576228F95	4,62	1,12	0,92	0,19
54	MG-3125101-482A85C9FFF149CB809D78B7F9AF74ED	4,67	1,01	0,93	0,07
55	MG-3125101-B63494C8C40D41B1852B1EF1D24182FF	4,99	3,00	1,00	2,00
56	MG-3125101-8FA0B4C42A334DF59ADDF413FBEE07FE	3,85	0,00	0,77	-0,77
57	MG-3125101-D544F63A493A4F639DEFD7E16A81A4D1	0,94	0,00	0,19	-0,19
58	MG-3125101-743A6A356EA34B81A52F966DB0BA9AF7	1,76	0,69	0,35	0,34
59	MG-3125101-4045E4BC210B4F5381A98B8D61F4427D	2,52	0,85	0,50	0,34
60	MG-3125101-84D4AD56484F4740A093827453DD6762	4,02	0,00	0,80	-0,80
61	MG-3125101-A7817C6B35FB486AB3962EF1CA82D4D3	3,94	0,00	0,79	-0,79
62	MG-3125101-0358E8ADD0694493832F9092D2B662A7	4,19	1,18	0,84	0,34
63	MG-3125101-A61B2A826AB64B9897C8A5D4FF57CF5B	3,91	1,01	0,78	0,23
64	MG-3125101-E285B829A896421D9938FB91ABAB9426	1,91	0,00	0,38	-0,38
65	MG-3125101-50D0248738F44890A9C5EC321FAF0BB9	4,35	0,73	0,87	-0,14
66	MG-3125101-6B9B8836AD374B11925BFC5A9A79A0B3	3,80	0,12	0,76	-0,64
67	MG-3125101-46E0129536D24911A84167DE226FC45C	3,43	0,32	0,69	-0,36
68	MG-3125101-C0CAC4DA5C254339827886E429D0D2F3	3,47	0,57	0,69	-0,12
69	MG-3125101-ED371CD06E9543129BC834CF847E5646	3,33	0,00	0,67	-0,67
70	MG-3125101-249F150A8FBF4FEA948B45F6511F376C	0,52	0,00	0,10	-0,10
71	MG-3125101-4A7C5A2BA3224BD992F3BC8898ACA86C	3,13	1,26	0,63	0,63
72	MG-3125101-06CC10B69EC34BCF9BC79A6CAC9DFD51	2,51	0,14	0,50	-0,36
73	MG-3125101-DBAEE31E406448728416B203B175212E	2,55	0,00	0,51	-0,51
74	MG-3125101-B00D4E819C7A46FBA7296DE38E8E33B7	2,78	0,08	0,56	-0,48
75	MG-3125101-792B45B978AC4DFD85FC010D391798D1	3,31	0,24	0,66	-0,43
76	MG-3125101-D0A957D0A6644DF2AB0BF3773CA419C4	2,50	0,33	0,50	-0,17
77	MG-3125101-95B5F521148D43E3ABD90BA7F48FD9B0	2,40	0,00	0,48	-0,48
78	MG-3125101-1CBD576A2B084F729D876F8CBB6BE389	2,06	0,02	0,41	-0,39

Nº do Imóvel no mapa	Código do Imóvel no SICAR	Área do Imóvel (ha)	Área Total de RL declarada no CAR (ha)	Área Mínima de 20% exigida p/ RL (ha)	Diferença entre área mínima e área declarada
79	MG-3125101-D6225BF188A94DA7B494082E4E0E68F1	1,94	0,40	0,39	0,01
80	MG-3125101-00521CC2AE5A4D19B41B53B68A0DC0E2	1,37	0,39	0,27	0,12
81	MG-3125101-833DD2BBDFD84E24988F3400B1C746B6	1,93	0,35	0,39	-0,04
82	MG-3125101-71F63B21574345AD90173F9812643F4F	2,48	0,00	0,50	-0,50
83	MG-3125101-20F2D7423BA74725A2FB18410748B628	1,59	0,00	0,32	-0,32
84	MG-3125101-6751109AFBDF488A95092F83DA684C2A	0,98	0,00	0,20	-0,20
85	MG-3125101-9659E7D3B72A494FB8EB353737CCA494	1,26	0,00	0,25	-0,25
86	MG-3125101-35D1A9AF0B5F4CA684A5830138AF3248	0,91	0,00	0,18	-0,18
87	MG-3125101-435A4B48F3D140E88321D58E0126B297	0,08	0,00	0,02	-0,02
88	MG-3125101-18CF129632DF42EDAEBFC144B6A61E9F	1,04	0,00	0,21	-0,21
89	MG-3125101-A809E6A551414617B4F4610B7E2CA515	0,96	0,00	0,19	-0,19
90	MG-3125101-2CE538E5C9664C8AAD9C4B48EE8A1105	0,52	0,33	0,10	0,23
91	MG-3125101-7FED742C1C6942DEB22B2F531EE8F6E8	0,92	0,00	0,18	-0,18
92	MG-3125101-23370D4DFABE48A8B82AB98E7334EA9A	0,83	0,00	0,17	-0,17
93	MG-3125101-5AA870174EF545749B19C4435143E61D	0,66	0,00	0,13	-0,13
94	MG-3125101-752DD20981E84AF2A407434C04EBEB45	0,60	0,00	0,12	-0,12
95	MG-3125101-10E02331E7E84E92876454B01007CACC	0,53	0,00	0,11	-0,11
96	MG-3125101-BACCEDEDA19E44042AC6C936E9BAD6819	0,52	0,00	0,10	-0,10
97	MG-3125101-CB25D4C61A294ECCB5C28BA1489B8211	0,50	0,00	0,10	-0,10
98	MG-3125101-17D111B01C544EE796706BA73673A68D	0,41	0,00	0,08	-0,08
99	MG-3125101-42BEF413E5874466B706383E3B39294D	0,37	0,00	0,07	-0,07
100	MG-3125101-1426918F2CB34B64B37D749B650946C9	0,31	0,17	0,06	0,11
101	MG-3125101-5F406A77D95645E9A1DF1C20C4139E73	0,22	0,00	0,04	-0,04
102	MG-3125101-37A8F50381AE42A9993B13E7BC206A46	0,24	0,00	0,05	-0,05
103	MG-3125101-70216F4D42314E328F30A3705268090F	0,17	0,15	0,03	0,11
	Área sem CAR declarado	208,37	0,00	41,67	-41,67
		Déficit de RL			-117,05
		Superavit de RL			39,39
		Remanescente			-77,66