



UTILIZAÇÃO DO MÉTODO MONTE CARLO PARA AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE POLICULTIVOS DE JUNDIÁS, CARPAS E TILÁPIAS-DO-NILO COMO UMA ALTERNATIVA DE MODELO DE CULTIVO DE PEIXES PARA PEQUENAS PROPRIEDADES

USING THE MONTE CARLO METHOD FOR THE ECONOMIC EVALUATION OF POLY CULTURES OF SILVER CATFISH, CARPS AND TILAPIA-THE-NILE AS AN ALTERNATIVE MODEL OF FISH FARMING FOR SMALL PROPERTIES

Filipe Ritter * E-mail: zoomedpet@gmail.com
Adalberto Pandolfo* E-mail: adalbertopandolfo@hotmail.com
Leonardo José Gil Barcellos* E-mail: barcelloslbarcellos@upf.br
Vanessa Rita dos Santos Ritter* E-mail: vanessars7@yahoo.com.br
Luciana Marcondes Pandolfo* marcondes@upf.br
Leandro Dóro Tagliari* leandrodorotagliari@gmail.com
Naira Elizabete Barbacovi* E-mail: nairabarbacovi28@gmail.com
*Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS, Brasil

Resumo: Com o crescimento da população mundial e o aumento da demanda por alimentos de qualidade e em quantidades suficientes, a aquicultura se encaixa neste contexto como atividade produtora de proteína animal de alta qualidade e em grande quantidade por área utilizada. A produção de peixes em tanques de cultivo já é praticada a mais de cinco décadas no Rio Grande do Sul, e o sistema comumente utilizado é o policultivo de carpas, que consiste na consorciação de diferentes espécies de carpas visando melhorar o rendimento de cada uma e conseqüentemente obter uma produtividade maior. Porém o policultivo de carpas atualmente utilizado possui baixo nível tecnológico, a produção obtida é considerada pequena e, além disso, ocorre a liberação de água eutrofizada nos corpos naturais d'água ocasionando um desequilíbrio no ambiente aquático natural. Estudos já foram realizados acrescentando o jundiá, ao policultivo tradicional, obtendo com isso bons resultados. Alguns estudos sobre viabilidade econômica foram efetuados, porém com espécies isoladas, ou consorciadas, como é o caso do policultivo de camarões e tilápias-do-nilo. Realizou-se a avaliação do projeto e o método de avaliação na condição de risco para o Método Monte Carlo. Concluiu-se que a substituição de 25% das carpas por jundiás e tilápias-do-nilo apresenta maior produção de biomassa, parâmetros de efluente com melhor qualidade, e que um investimento em policultivo com vida útil de 25 anos é viável economicamente para uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 6,17%.

Palavras-chave: Policultivo de peixes. Viabilidade de projetos de piscicultura. Método Monte Carlo. Carpas. jundiás e tilápias-do-nilo.

Abstract: With a growing world population and increasing demand for quality food in sufficient quantities, the aquaculture fits in this context as a producer of high quality animal protein with high productivity. The fish production in ponds has practiced for over five decades in Rio Grande do Sul state. The fish culture system commonly used is the carp only polyculture, which consists in culturing different carp species aiming to improve the performance of each one and, therefore, achieve high productivity. The carp polyculture has a low technological level and the production obtained is

considered small moreover, the release of effluents in natural water bodies may cause an imbalance in the natural aquatic environment. Some studies have been performed adding the silver catfish to the traditional polyculture. Also, several studies were performed about economic viability, but with a single species, or consortium, as is the case of polyculture of shrimp and Nile tilapia. We tested the polyculture with partial substitution of 25, 50 and 75% of carps by silver catfish and Nile tilapia. We analyzed the economic viability of all substitution rates by obtaining the Net Present Value (NPV), Annual Value (AV), Internal Rate of Return (IRR) and Pay Back period. In conditions of uncertainty, we held on sensitivity analysis and evaluation through the Monte Carlo method. We concluded that substitution rate of 25% of carps by silver catfish and Nile tilapia has higher biomass production and better effluent quality. Regarding economic analysis, an investment in polyculture with vita useful 25 years is economically feasible for a fee Minimum Attractiveness (TMA) of 6.17%.

Keywords: Polyculture of fish. Viability of fish farming projects. Fish farming on small farms. Carps, catfishes and Nile tilapia.

1 INTRODUÇÃO

A população mundial vem crescendo de maneira acelerada, gerando assim a necessidade de produção de alimentos de qualidade e em quantidade capaz de suprir a crescente demanda, necessitando desta forma investimento em pesquisa, como por exemplo, de cultivos alternativos para a produção de alimentos. A aquicultura se encaixa neste contexto como atividade produtora de proteína animal de alta qualidade e em grande quantidade por área utilizada. Ao mesmo tempo, a cultura alimentar mundial tende a procurar alimentos mais saudáveis e que de alguma forma possam contribuir para o estabelecimento e a preservação da saúde do ser humano. Neste aspecto, a carne de pescado é vista como uma excelente fonte de proteína e alimento saudável.

Vários estudos têm sido realizados sobre a viabilidade econômica para implantação de empresas de engorda e processamento de peixes (LIMA et al., 2008) e o maior entrave encontrado nestes casos é a escassez de matéria prima ou a sazonalidade da mesma. Silva (2007) analisou a possibilidade de implantação de um novo sistema de cultivo, substituindo parcialmente as carpas por jundiás e tilápias-do-nilo, obtendo com isso, bons resultados quanto à produtividade, que foi aumentada significativamente; no entanto, neste caso, não foi verificado a viabilidade econômica, e a comparação com o tradicional de produção levou em conta apenas o quesito produção.

Também foi realizado um ensaio experimental utilizando diferentes densidades de estocagem de jundiás e tilápias-do-nilo, e um ensaio experimental somente com as espécies comumente utilizadas no policultivo tradicional.

O período de cultivo previsto foi de 195 dias e após este período foi realizada a despesca de todos os peixes dos tanques, os quais foram contados, medidos e pesados, procedendo-se então o cálculo de produção.

Em todos os tratamentos com diferentes substituições das carpas pela tilápia-do-nilo e pelo jundiá houve uma produção significativamente maior em comparação com o sistema tradicional, no qual se obteve uma produção aproximada de 3.200 kg/ha/ano.

O cultivo com 25% de substituição das carpas pela tilápia-do-nilo e pelo jundiá apresentou uma produção de 4.870,00 kg/ha/ano, o que significa um aumento de 52% em relação ao policultivo tradicional, e mostrou-se mais produtivo comparando-o com os demais policultivos testados. Isto se deve ao melhor desempenho da carpa húngara, a qual apresentou um melhor desempenho e um maior ganho de peso.

Nos cultivos com 50 e 75% de substituição observou-se uma ligeira queda na produção final de pescado, que, segundo Silva et al. (2007) pode ser devido a maior substituição da carpa húngara pela tilápia-do-nilo e pelo jundiá. Esta queda na produção está relacionada aos hábitos alimentares da carpa húngara, que revolve o fundo do tanque ao alimentar-se e com isto, aumenta a transferência de oxigênio para o solo, permitindo maior reciclagem de nutrientes, os quais aumentam a disponibilidade de plâncton para as espécies filtradoras (RITVO et al., 2004).

Os níveis médios de fósforo total no efluente descarregado a partir de tratamentos nos cultivos com 50 e 75% de substituição das carpas por jundiás e tilápias-do-nilo, foram maiores que os teores do nível médios de fósforo total medidos nas descargas de efluentes do policultivo tradicional e do cultivo com 25% de substituição.

Com relação à resolução do CONAMA 357, o limite superior de níveis médios de fósforo total em efluentes lançados nos corpos receptores, foi de 0,15 mg/L, somente o policultivo tradicional e o cultivo com 25% de substituição apresentaram valores de P menores do que o permitido pela legislação.

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar economicamente policultivos de jundiás, carpas e Tilápias-do-Nilo visando oferecer aos produtores de peixes uma alternativa de policultivo, com espécies de valor comercial e maior produtividade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Policultivo de peixes

Policultivo é o sistema de cultivo em que se utiliza mais de uma espécie de peixe ao mesmo tempo em um mesmo viveiro. Normalmente são usadas espécies com diferentes hábitos alimentares e que ocupam diferentes espaços na coluna d' água. O principal objetivo é o de aproveitar melhor os nutrientes existentes no viveiro sem que as espécies compitam entre si.

O policultivo de carpas é um dos sistemas de cultivo mais utilizados no mundo. Neste cultivo, todas as espécies de carpas têm importante papel para o aproveitamento do alimento natural produzido no viveiro. As carpas-capim consomem as plantas macrófitas e as suas fezes contribuem para a adubação do tanque. A carpa húngara é importante, pois revolve o fundo, liberando nutrientes para a água, que por sua vez contribuem para o desenvolvimento de plâncton, que também serve de alimento para a carpa prateada e para a cabeça-grande. A carpa prateada tem papel vital no controle das algas. Por isso, todas as espécies são importantes para o maior aproveitamento do viveiro.

O policultivo de peixes evoluiu muito desde a década de 1950 com a introdução das carpas herbívoras e plantófagas originárias da China (HORVÁTH e TAMÁS, 1984). Desse modo, o policultivo de diferentes espécies de carpas promoveu um grande acréscimo de produtividade por ocupar nichos tróficos vagos.

Souza e Barcellos (1998) afirmam que o policultivo pode elevar a produção do reservatório por utilizar totalmente a cadeia alimentar, diminuindo o custo em ração. Neste sistema, as espécies de peixes utilizadas ocupam todas as camadas do tanque: superior, média e inferior, e o hábito alimentar de cada espécie é diferente, evitando que haja competição por alimento.

Segundo Horváth e Tamás (1984), com o melhor aproveitamento dos diferentes níveis tróficos, criam-se novas fontes alimentares a serem aproveitadas. Lutz (2003), afirma que há um sinergismo entre as espécies, ou seja, muitas espécies têm um desempenho melhorado na presença de outras. Segundo os autores, o policultivo vem recebendo atenção em razão da possibilidade de aumento de eficiência nos sistemas de produção aquícola e por reduzir os impactos ambientais do excesso de nutrientes presentes nos efluentes da piscicultura.

O policultivo usual de carpas é composto de 70% de carpa húngara e 30% de carpas plantófagas/herbívoras, porém esses percentuais podem se alterar de acordo com a disponibilidade de algas no tanque. A carpa comum tende a ser a espécie usada em maior proporção nos policultivos, porque se alimenta de bentos e espécies de zooplâncton maior, bem como de insetos, invertebrados, sementes e plantas aquáticas. No policultivo as necessidades protéicas são supridas por fontes naturais (bentos e plâncton) e as necessidades energéticas por uma suplementação de grãos com alto teor de amido (HORVÁTH e TAMÁS, 1984).

O jundiá é um peixe onívoro com leve tendência carnívora (GOMES et al., 2000), mas também se alimenta de plâncton maior e bentos, tendo uma alta preferência por proteína de origem animal, faz no policultivo, papel de predador para controle na reprodução natural da carpa húngara.

Em relação à utilização da espécie em sistemas de cultivo, este peixe já vem sendo estudado por vários grupos de pesquisadores no Brasil e em outros países latino-americanos, pois apresenta excelentes características zootécnicas, como a docilidade, a rusticidade e qualidade de carne, atraindo cada vez mais os piscicultores, principalmente para o cultivo em áreas nas quais é endêmico.

Segundo Barcellos et al. (2003), o jundiá (*Rhamdia quelen*) é uma espécie apropriada para a produção em regiões onde o clima temperado e subtropical é o predominante. Em culturas intensivas, no sistema de monocultivo em gaiolas, apresenta alta sobrevivência (90% a 100%) e peso final de $63,74 \pm 3,69$ g após três meses de cultivo aproximadamente (BARCELLOS et al., 2004).

Conforme Warken (2009), as principais espécies de peixes usadas na composição dos policultivos em Santa Catarina, são: carpa comum, carpa prateada, carpa cabeça grande, carpa capim, tilápia nilótica, pacu, cascudo, bagre africano,

bagre americano, tambaqui. O jundiá também vem sendo utilizado no policultivo integrado, substituindo o bagre africano.

No sistema de policultivo as carpas responsáveis por filtrar a água são as carpas prateada e cabeça-grande. A primeira filtra fitoplâncton, algas azuis e verdes, os quais podem ter suas quantidades aumentadas pela fertilização (adubação) dos tanques. É imperativo que se use a espécie em policultivos a fim de aproveitar toda a produção de algas do mesmo. Já a carpa cabeça-grande alimenta-se de zooplâncton, aproveita também as algas verdes e azuis e uma enorme variedade de substâncias orgânicas em suspensão e detritos.

A utilização da tilápia juntamente com as carpas prateadas e cabeça-grande, ou no lugar destas, baseia-se no fato de que as tilápias também são filtradoras e apresentam rápido ganho de peso na época mais quente e tem boa aceitação no mercado.

A consorciação de tilápias-do-nylo com carpas é comum em sistemas semi-intensivos de produção com base em fertilização, pois a combinação de tilápia-do-nylo, carpa comum e carpa prateada maximizam a utilização do alimento natural disponível (ABDELGHANY e AHMAD, 2002).

Outros autores também já utilizaram tilápias-do-nylo em policultivos com carpas em sistemas semi-intensivos, como Milstein et al. (1995) que verificaram os efeitos combinados da fertilização química, adubação orgânica e suplementação artificial na performance dos peixes, obtendo melhores rendimentos nas situações em que todas as variáveis foram aplicadas.

A alimentação da carpa capim é feita a base de forragem verde e macrofitas que se desenvolvem na água do rio, é uma espécie eficiente no controle da eutrofização causada por poluição industrial e pelos fertilizantes químicos usados na agricultura, os quais provocam o crescimento de plantas aquáticas difíceis de serem controladas de forma mecânica ou química (HORVÁTH e TAMÁS, 1994). Os seus excrementos contêm abundância de detritos que auxiliam na fertilização do tanque e conseqüentemente estimulam a produção de fitoplâncton, zooplâncton e bentos (SOUZA e BARCELLOS, 1998). A taxa de sobrevivência desta espécie neste sistema de cultivo é, segundo Jena et al. (2002) e Zoccarato et al. (1995), de 90% a 100%.

Outro dado tão importante quanto o rendimento final e o peso final de cada espécie dentro de um policultivo é o coeficiente de variação do peso dos peixes, que indica a uniformidade do lote, por isso, quanto menor este coeficiente melhor será o rendimento (FRÉCHETTE, 2005).

De acordo com Kestemont (1995), o crescimento e o rendimento de cada espécie tende a ser mais alto nos policultivos do que nos monocultivos, em virtude das interações positivas das espécies.

Segundo estudo de Jena et al. (2002), um policultivo com carpas pode atingir produtividade em torno de 7 t/ha/ano em sistemas de múltiplas colheitas para densidade de estocagem utilizada de 10.000 alevinos por hectare. Neste sistema de cultivo de carpas foram obtidos índices de conversão alimentar que variam de 1,47 até 3,16 kg de alimento consumido por quilograma de peixe produzido. Porém, índices obtidos por Abdelghany e Ahmad (2002) foram menores, variando de 0,46 a 1,37 kg de alimento por quilograma de peixe produzido, demonstrando com isto que bons índices podem ser alcançados em policultivos baseados em fertilização e suplementados com alimento inerte.

A produtividade obtida por Azim et al. (2002) foi de aproximadamente 5 t/ha/ano em policultivo com três espécies de carpas. Esses resultados foram obtidos com sistemas de fertilização dos tanques, suplementação alimentar inerte e utilização de substratos (bambu) para fixação do perifiton, o qual serviu de alimento natural para os peixes.

Segundo Valenti (2002), entre os principais impactos ambientais causados pela piscicultura é a liberação de efluentes ricos em nutrientes, principalmente nitrogênio (N) e fósforo (P), causando a eutrofização nos corpos d'água naturais.

A principal fonte de nitrogênio e fósforo em um tanque de piscicultura é a proveniente da alimentação dos peixes (ração) e da adubação realizada no tanque, porém, em geral, apenas 25% a 30% do nitrogênio e do fósforo aplicado é recuperado na forma de biomassa (BOYD e TUCKER, 1998).

Devido a esta baixa utilização de P e N na dieta, estes nutrientes podem acabar como resíduos metabólicos. Aliado a isto, no processo de despesca final, no momento da drenagem do tanque e no movimento da rede de despesca, ocorre o

revolvimento do sedimento e conseqüentemente a eliminação de um efluente com uma alta carga de nutrientes (BUTZ 1988; KWEI LIN, SILVA, YI e DIANA, 2001).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, na resolução n ° 357, estabelece que para os rios e seus afluentes, o nível de P máximo permitido é 0,15 mg L⁻¹ com níveis de oxigênio dissolvido (OD) superior a 5,0 mg L⁻¹. Assim, o nível de P em efluentes da aquicultura deve permanecer dentro do nível máximo permitido P em corpos hídricos receptores.

Uma possível solução para este problema é o uso de sistemas de cultivo que utilizam mais eficientemente os nutrientes da água na cadeia alimentar, como acontece em policultivo (KESTEMONT, 1995; RAHMAN et al. 2006).

Com relação à análise econômica, Roy et al. (2003) analisaram um sistema de policultivo de carpas indianas associadas a pequenas espécies nativas em propriedades rurais. Após sete meses de cultivo, ficou demonstrada maior receita líquida por hectare nos cultivos apenas com carpas indianas, sem as espécies nativas. Neste mesmo caso, obtiveram produtividade de aproximadamente 4,5 t/ha/ano.

2.2 Avaliação econômica de projetos

Avaliação de investimentos é conceituada por Kunhen e Bauer (2001, p. 386) como "um conjunto de técnicas que permitem a comparação entre os resultados de tomada de decisões referentes a alternativas diferentes de uma maneira científica", optando-se sempre pela alternativa mais econômica. Porém, o autor ressalta que na avaliação devem-se observar alguns princípios, pois sendo uma comparação sua aplicação só é válida entre duas ou mais alternativas, que devem ser homogêneas, mas com diferenças em seus parâmetros de análise quantificados.

Para Lindemeyer (2008) a análise econômica de um projeto permite fazer 'estimativas de todo o gasto envolvido com o investimento inicial, operação, manutenção e receitas geradas durante um determinado período de tempo, para assim montar-se o fluxo de caixa relativo a esses investimentos, custos e receitas e determinar as estimativas dos indicadores econômicos do projeto.

Há diferentes formas de medir o mérito ou a rentabilidade de um projeto onde Buarque (2004) cita: o tempo de retorno do capital, a Taxa Interna de Retorno e o Valor Presente Líquido. Trata-se de métodos de avaliação de investimento que levam em conta o valor do dinheiro no tempo. O método do Valor Presente Líquido traz para o valor presente o fluxo de caixa futuro descontado a taxa mínima de oportunidade. O método da Taxa Interna de Retorno calcula os juros que o empreendimento proporciona, levando em conta os investimentos receitas e gastos durante a vida econômica do projeto.

Segundo Pereira (2009), ao decidir pela realização de um investimento, devem ser analisados diversos fatores como riscos e incertezas, aceitação do produto ou serviço pelos clientes, quantidade de recursos necessários, período de retorno de investimentos, entre outros.

A avaliação econômica de projetos, segundo Puccini (2004), entre seus principais objetivos estão a transformação e o manuseio de fluxos de caixa, com a aplicação das taxas de juros de cada período para se levar em conta o valor do dinheiro no tempo, a obtenção da taxa interna de juros que está implícita no fluxo de caixa, na análise e na comparação de diversas alternativas de fluxos de caixa.

O critério de decisão deve reconhecer o valor do dinheiro no tempo, o que significa que é necessário igualar o tempo de vida ou de utilização das alternativas. O fluxo de caixa constitui as entradas e saídas de dinheiro ao longo do tempo (indispensável em estudos de viabilidade econômica de projetos e investimentos) (PUCCINI, 2004).

2.2 Método Monte Carlo

A complexidade e os riscos do mercado dificultam a avaliação da eficiência de um projeto. Neste contexto, as técnicas de simulação surgem como importante ferramenta para prever e minimizar os riscos de variação dos custos e tempo de projetos (LIMA et al., 2008).

Conhecer bem os cenários e os riscos, assim como as alternativas, foi necessário sempre que o homem precisou tomar decisões. No entanto, as simulações só se tornaram viáveis com o advento das planilhas eletrônicas. O

Método de Monte Carlo, apesar de desenvolvido durante a II Guerra, nas pesquisas para o desenvolvimento da bomba atômica, só está sendo amplamente utilizado em razão dessas planilhas (LIMA et al., 2008).

O método de Monte Carlo pode ser utilizado onde os riscos envolvidos possam ser expressos de forma simples, de fácil leitura, sendo que as simulações auxiliam a decisão. Assim, os indicadores deixam de ser determinísticos e passam a ser estocásticos, probabilísticos.

De acordo com Lima et al. (2008), a viabilidade de projetos é, largamente, analisada em função de parâmetros determinísticos como o *Payback*, Taxa Interna de Retorno e Valor Presente Líquido, sem levar em conta o fator risco. Entretanto, ressalta-se que a complexidade dos fatores de risco do mercado dificulta a avaliação da viabilidade de um projeto.

A simulação de Monte Carlo é uma técnica que envolve utilização de números randomizados e probabilidade para resolução de problemas. Esse é um método de avaliação interativa de um modelo determinístico, usando números randomizados como entradas. O método é mais utilizado quando o modelo é complexo, ou não-linear, ou quando envolve um número razoável de parâmetros de risco.

Para a construção de um modelo do fluxo de caixa, fazendo uso da Simulação de Monte Carlo, segue-se uma sequência lógica, conforme apresentado por Junqueira e Pamplona (2002):

- a) Construir um modelo básico das variações dos fluxos de caixa futuros, provocados pelo investimento em questão;
- b) Para toda a variável que puder assumir diversos valores, elaborar sua distribuição de probabilidade acumulativa correspondente;
- c) Especificar a relação entre as variáveis de entrada a fim de se calcular o VPL do investimento;
- d) Selecionar, ao acaso, os valores das variáveis, conforme sua probabilidade de ocorrência para assim, calcular o Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno;
- e) Repetir esta operação muitas vezes, até que se obtenha uma distribuição de probabilidade do Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno.

Com a utilização do método Monte Carlo, é possível analisar riscos indiretos associados ao projeto. Alguns desses riscos podem ser assim descritos: devido às intempéries climáticas poderão ocorrer gastos diferentes ao estimado devido a variações não previstas de determinados insumos ou serviços; variações nos custos de produção devido a uma crise mundial de abastecimento.

A vida útil do projeto pode ser alterada como, por exemplo, se ocorrer uma enchente que ocasione a ruptura de taludes inviabilizando a operação do empreendimento nas condições inicialmente planejadas. O contrário também é possível, quando o produtor tem um grande zelo pelo empreendimento, este pode ter a vida útil aumentada quando comparada com o período inicialmente utilizado.

O método de Monte Carlo é um dos vários métodos para análise da propagação da incerteza, onde sua grande vantagem é determinar como uma variação randomizada, já conhecida, ou o erro, afetam a performance ou a viabilidade do sistema que está sendo modelado. Serve como auxílio durante a análise de viabilidade econômica de projetos, apresentando informações sobre o Valor Presente Líquido mais provável, os riscos inerentes ao projeto, bem como o grau de confiança presente na estimativa. (+) Depreciação (-) Amortização do financiamento (-) Capital de Giro (=) Fluxo de Caixa Livre.

Todos os parâmetros utilizados na determinação do Fluxo de Caixa Livre possuem um grau de incerteza. Quando se trata de financiamento, por exemplo, especula-se a possibilidade de redução da taxa de juros, através de política de fomento ao desenvolvimento, que, também, possa apresentar uma redução nos impostos. Enfim, inúmeras são as possibilidades de variações no Fluxo de Caixa.

A simulação de Monte Carlo tem esse nome devido a famosa roleta de Monte Carlo, no principado de Mônaco. Devido a sua utilização como ferramenta para desenvolvimento da bomba atômica, meados de 1944 no período da segunda guerra mundial.

Este método substitui um problema físico ou matemático por um problema probabilístico por meio de amostras aleatórias ou por meio de números pseudo-aleatórios gerados por um computador.

Dentre as vantagens da SMC, destaca-se que os dados de entrada podem apresentar qualquer tipo de distribuição, podendo analisar cenários de forma ágil

(alterando somente dados de entrada) e, devido a não existência de um algoritmo único para SMC, pode-se ajustar o procedimento de simulação da forma mais oportuna à situação.(PRODUÇÃO ONLINE,2014).

Para a aplicação do método algumas fases devem ser respeitadas:

- 1) Definição das variáveis envolvidas;
- 2) Identificação das distribuições de probabilidades;
- 3) Definição dos intervalos dos números aleatórios;
- 4) Geração dos números aleatórios;
- 5) Simulação dos experimentos.

Atualmente o método Monte Carlo é uma técnica baseada no uso de números aleatórios e estatísticas para resolver problemas. Estima-se o desempenho de métodos de inferência quando as suposições paramétricas são violadas. É um método que tem poder de teste, permitindo a criação e simulação de cenários e o cálculo de um valor esperado. Esta metodologia admite a implantação de hipóteses adicionais nas previsões.

De acordo com Leal e Oliveira (2011), na metodologia Monte Carlo, o tempo de execução de um projeto, seria obtido através das seguintes etapas: geram-se valores pseudoaleatórios dos tempos de execução das atividades, de acordo com a função de densidade de probabilidade característica de cada atividade; acha-se o caminho crítico; e somam-se os tempos das atividades que apareceram no caminho crítico, na replicação da Simulação.

Segundo Produção Online (2014), dentre as técnicas de simulação disponíveis na literatura, destaca-se a Simulação de Monte Carlo (SMC). Esta técnica é baseada na geração de números aleatórios e probabilidade de ocorrência de valores associados ao fenômeno em análise. Em casos de difícil modelagem ou formulação, dados de entrada podem ser substituídos e representados por padrões estatísticos, sobre os quais a SMC é aplicada.

3 MATERIAL E MÉTODO DA PESQUISA

3.1 Caracterização do objeto de estudo

O município de Passo Fundo está localizado no Planalto Médio, na região Norte do estado do Rio Grande do Sul, mais precisamente entre 28° 15' 46" de Latitude e 52° 24' 24" de Longitude, a uma altitude de 687 metros acima do nível do mar (Figura 4). Conta com uma área total de 780,36 km² e uma população estimada em 183.300 habitantes (IBGE, 2009).

O clima é temperado com característica subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano. Possui uma temperatura média anual de 17,5°C, com uma umidade relativa do ar de 72 %, média anual (PASSO FUNDO, 2009).

Os tanques experimentais, onde foi realizado o policultivo de jundiás, carpas e tilápias-do-nylo, estão localizados no Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária (CEPAGRO) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Estes tanques experimentais fazem parte do Laboratório de Diagnóstico e Pesquisa em Ictiopatologia (LDPI) do Hospital Veterinário, onde foram realizadas as análises químicas da água conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Tanques experimentais do CEPAGRO da Universidade de Passo Fundo



Fonte: Próprio Autor (2009).

3.2 Análise de Risco – Método de Simulação Monte Carlo

A metodologia desenvolvida utilizou o Método Monte Carlo tendo como base o Fluxo de Caixa resultante dos estudos para a determinação dos parâmetros na condição de certeza para os policultivos avaliados.

Estimou-se que: é de 50% a probabilidade de o investimento inicial ser igual ao calculado (R\$ 30.430,00) com base nos estudos realizados; é de 15% a probabilidade de este investimento ser 10% maior ou menor que R\$ 30.430,00; e, é de 10% a probabilidade de o investimento inicial ser 20% maior ou menor a R\$ 30.430,00, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição de Probabilidade para Investimento do Policultivo.

Investimento Inicial			
Valor	Variação do Investimento	Probabilidade	Distribuição Acumulada
R\$ 24.344,00	20% menor	10 %	10 %
R\$ 27.387,00	10% menor	15 %	25 %
R\$ 30.430,00	= Calculado	50 %	75 %
R\$33.473,00	10% maior	15 %	90 %
R\$36.516,00	20% maior	10 %	100 %

Fonte: Próprio Autor (2011).

Para a determinação do lucro líquido, foi estimado que: é de 50% a probabilidade de este ser igual ao calculado com base nos resultados da condição de certeza; é de 15 % a probabilidade de o Lucro Líquido ser 10% menor que o calculado nesta condição; e, de 5% a probabilidade do Lucro Líquido ser 20% menor que o calculado na condição de certeza. Ainda estimou-se que é de 10 % a probabilidade de o lucro líquido ser maior em 20% que o calculado na condição de certeza; e por fim, é de 10% a probabilidade de o lucro líquido ser 20% maior que o calculado nesta condição, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição de Probabilidade para o Lucro Líquido do Policultivo.

Lucro Líquido após Imposto		
Lucro Líquido	Probabilidade	Distribuição Acumulada
20% menor	5 %	5 %
10% menor	15 %	20 %
= Calculado	50 %	70 %
10% maior	20 %	90 %
20% maior	10 %	100 %

Fonte: próprio Autor (2011).

Os itens relacionados aos investimentos foram depreciados integralmente durante a vida econômica do empreendimento e não foi considerado valor residual após este horizonte de tempo, visto que após este período todo o processo do policultivo poderia ser reestudado e talvez refeito em nova base tecnológica.

Para a simulação definiu-se que a vida econômica do empreendimento poderia ser de 20, 25 e 30 anos. Estimando-se que: é de 25% a probabilidade de o empreendimento ter vida útil de 20 anos; é de 50% a probabilidade de este empreendimento durar 25 anos conforme a condição de certeza; e, é de 25% de ter duração de 30 anos conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição de Probabilidade para Vida econômica do Empreendimento.

Vida Econômica do Empreendimento		
Anos	Probabilidade	Distribuição Acumulada
20	25%	25 %
25	50%	75 %
30	25%	100 %

Fonte: Próprio Autor (2011).

Ao final, realizou-se a comparação dos resultados obtidos pelo Método de simulação Monte Carlo.

4 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS.

4.1 Análise de Risco - Método de Simulação Monte Carlo

Para a aplicação do Método Monte Carlo utilizou-se como base o Fluxo de Caixa resultante dos estudos para a determinação dos parâmetros na condição de certeza para os policultivos avaliados.

Estimou-se que: é de 50% a probabilidade de o investimento inicial ser igual ao calculado (R\$ 30.430,00) com base nos estudos realizados; é de 15% a probabilidade de este investimento ser 10% maior ou menor que R\$ 30.430,00; e, é de 10% a probabilidade de o investimento inicial ser 20% maior ou menor a R\$ 30.430,00, conforme apresentado na Tabela 1.

Do mesmo modo para a determinação do lucro líquido, foi estimado que: é de 50% a probabilidade de este ser igual ao calculado com base nos resultados da condição de certeza; é de 15 % a probabilidade de o Lucro Líquido ser 10% menor que o calculado nesta condição; e, de 5% a probabilidade do Lucro Líquido ser 20% menor que o calculado na condição de certeza. Ainda estimou-se que é de 10 % a probabilidade de o lucro líquido ser maior em 20% que o calculado na condição de certeza; e por fim, é de 10% a probabilidade de o lucro líquido ser 20% maior que o calculado nesta condição, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Distribuição de Probabilidade para o Lucro Líquido do Policultivo.

Lucro Líquido	Probabilidade	Distribuição acumulada
20% menor	5 %	5 %
10% menor	15 %	20 %
= Calculado	50 %	70 %
10% maior	20 %	90 %
20% maior	10 %	100 %

Fonte: Próprio Autor (2012).

Todos os itens relacionados aos investimentos foram depreciados integralmente durante a vida econômica do empreendimento e não foi considerado valor residual após este horizonte de tempo, visto que após este período todo o processo do policultivo poderia ser reestudado e talvez refeito em nova base tecnológica.

Na simulação definiu-se que a vida econômica do empreendimento poderia ser de 20, 25 e 30 anos. Estimou-se que: é de 25% a probabilidade de o empreendimento ter vida útil de 20 anos; é de 50% a probabilidade de este empreendimento durar 25 anos conforme a condição de certeza; e, é de 25% de ter duração de 30 anos conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 5 - Distribuição de Probabilidade para Vida econômica do Empreendimento

Período (Anos)	Probabilidade	Distribuição cumulada
20	25%	25 %
25	50%	75 %
30	25%	100 %

Fonte: Próprio Autor (2012).

No método Monte Carlo, a simulação foi realizada 1.000 rodadas de simulação, variando entre si: o lucro líquido, o valor de investimento, e a vida econômica do projeto.

4.1.1 Policultivo Tradicional

O Quadro 1 apresenta a análise de Monte Carlo realizada com os valores de investimento inicial, lucro líquido e vida econômica variando conforme as probabilidades citadas na Metodologia.

Quadro 1 - Simulação Monte Carlo para o Policultivo tradicional

Método Monte Carlo										
	Invest. Inicial		Lucro Liq.		Valor Res.		Vida Econômica		TMA	
	Valor	Dist. Ac.	Valor	Dist. Ac.	Valor	Dist. Ac.	Anos	Dist. Ac.	%	
	24.344,00	10%	3.745,28	5%	-	0	20	25	6,17%	
	27.387,00	25%	4.213,44	20%	-	0	25	75		E (VPL) = 33.618,01
	30.430,00	75%	4.681,60	70%	-	0	30	100		DP (VPL)= 4.561,14
	33.473,00	90%	5.149,76	90%						P (VPL<0) = 0,00%
	36.516,00	100%	5.617,92	100%						
	Invest. Inicial		Lucro Liq. após Imp.		V.R.		Vida Econômica			
	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Anos	VPL	TIR
1	76	36516	24	5618	46	0	62	25	R\$34.154,27	14,91%
2	47	36516	42	5618	30	0	24	20	R\$27.041,17	14,33%
3	5	36516	53	5618	83	0	37	25	R\$34.154,27	14,91%
4	36	36516	23	5618	49	0	63	25	R\$34.154,27	14,91%
5	41	36516	64	5618	68	0	76	30	R\$39.427,18	15,16%
6	18	36516	9	5618	34	0	87	30	R\$39.427,18	15,16%
7	62	36516	71	5618	27	0	82	30	R\$39.427,18	15,16%
8	66	36516	8	5618	35	0	60	25	R\$34.154,27	14,91%
9	37	36516	56	5618	50	0	62	25	R\$34.154,27	14,91%
10	15	36516	98	5618	44	0	95	30	R\$39.427,18	15,16%
11	53	36516	57	5618	43	0	13	20	R\$27.041,17	14,33%
12	59	36516	18	5618	69	0	94	30	R\$39.427,18	15,16%
13	85	36516	59	5618	88	0	85	30	R\$39.427,18	15,16%
14	99	36516	90	5618	69	0	23	20	R\$27.041,17	14,33%
15	71	36516	81	5618	56	0	1	20	R\$27.041,17	14,33%
16	48	36516	16	5618	74	0	79	30	R\$39.427,18	15,16%
17	41	36516	93	5618	9	0	17	20	R\$27.041,17	14,33%
18	16	36516	81	5618	67	0	55	25	R\$34.154,27	14,91%
19	10	36516	65	5618	7	0	38	25	R\$34.154,27	14,91%
20	96	36516	59	5618	24	0	93	30	R\$39.427,18	15,16%
21	26	36516	44	5618	10	0	59	25	R\$34.154,27	14,91%
22	98	36516	56	5618	1	0	76	30	R\$39.427,18	15,16%
23	30	36516	70	5618	90	0	43	25	R\$34.154,27	14,91%
24	93	36516	17	5618	70	0	21	20	R\$27.041,17	14,33%

Fonte: Próprio Autor (2012).

Analisando a simulação observa-se que o valor esperado do VPL é de R\$ 33.618,01 com desvio padrão de R\$ 4.561,14 e as chances do VPL ser menor que zero é nula, uma vez que todos os valores obtidos para TIR são maiores que a TMA. Por isto, este empreendimento é viável economicamente.

4.1.2 Policultivo P25

No policultivo em que houve a substituição das carpas por jundiás e tilápias-do-nilo na proporção de 25%, não apresentou nenhum VPL negativo nas interações realizadas e o valor esperado do VPL foi de R\$ 134.755,98 com um desvio padrão de R\$ 10.875,33 e pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 - Simulação Monte Carlo para o Policultivo P25

Método Monte Carlo										
	Invest. Inicial		Lucro Liq.		Valor Res.		Vida Econômica		TMA	
	Valor	Dist. Ac.	Valor	Dist. Ac.	Valor	Dist. Ac.	Anos	Dist. Ac.	%	
	24.344,00	10%	9.137,28	5%	-	0	20	25	6,17%	
	27.387,00	25%	10.279,44	20%	-	0	25	75		E (VPL) = 134.755,98
	30.430,00	75%	11.421,60	70%	-	0	30	100		DP (VPL)= 10.875,33
	33.473,00	90%	12.563,76	90%						P (VPL<0) = 0,00%
	36.516,00	100%	13.705,92	100%						
	Invest. Inicial		Lucro Liq. após Imp.		V.R.		Vida Econômica			
	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Anos		
1	97	36516	39	13706	93	0	34	25		R\$135.896,77 37,52%
2	26	36516	91	13706	40	0	95	30		R\$148.760,97 37,53%
3	66	36516	96	13706	83	0	25	25		R\$135.896,77 37,52%
4	22	36516	48	13706	92	0	21	20		R\$118.543,07 37,47%
5	5	36516	91	13706	49	0	78	30		R\$148.760,97 37,53%
6	21	36516	84	13706	27	0	60	25		R\$135.896,77 37,52%
7	96	36516	53	13706	93	0	87	30		R\$148.760,97 37,53%
8	40	36516	87	13706	53	0	95	30		R\$148.760,97 37,53%
9	99	36516	37	13706	37	0	86	30		R\$148.760,97 37,53%
10	76	36516	98	13706	58	0	74	25		R\$135.896,77 37,52%
11	93	36516	67	13706	20	0	78	30		R\$148.760,97 37,53%
12	52	36516	87	13706	20	0	5	20		R\$118.543,07 37,47%
13	43	36516	73	13706	86	0	79	30		R\$148.760,97 37,53%
14	83	36516	10	13706	80	0	82	30		R\$148.760,97 37,53%
15	74	36516	30	13706	67	0	10	20		R\$118.543,07 37,47%
16	12	36516	67	13706	11	0	60	25		R\$135.896,77 37,52%
17	36	36516	36	13706	23	0	71	25		R\$135.896,77 37,52%
18	72	36516	98	13706	57	0	93	30		R\$148.760,97 37,53%
19	24	36516	94	13706	32	0	93	30		R\$148.760,97 37,53%
20	21	36516	35	13706	57	0	20	20		R\$118.543,07 37,47%
21	49	36516	62	13706	21	0	81	30		R\$148.760,97 37,53%
22	93	36516	67	13706	47	0	85	30		R\$148.760,97 37,53%
23	86	36516	89	13706	65	0	60	25		R\$135.896,77 37,52%
24	61	36516	90	13706	5	0	95	30		R\$148.760,97 37,53%

Fonte: Próprio Autor (2012).

De acordo com o Quadro 2, pode-se observar que o P25 nesta rodada de simulação obteve uma TIR maior que a TMA em todas as interações e é nula a possibilidade de um VPL menor que zero.

4.1.3 Policultivo P50

O P50 apresentou o valor esperado de R\$ 90.760,93 para o VPL com um desvio padrão de R\$ 8.370,72. Esta rodada de interações também obteve todos os VPL acima de zero conforme dados apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Simulação Monte Carlo para o Policultivo P50.

Método Monte Carlo										
	Invest. Inicial		Lucro Liq.		Valor Res.		Vida Econômica		TMA	
	Valor	Dist. Ac.	Valor	Dist. Ac.	Valor	Dist. Ac.	Anos	Dist. Ac.	%	
	24.344,00	10%	6.803,68	5%	-	0	20	25	6,17%	
	27.387,00	25%	7.654,14	20%	-	0	25	75		E (VPL) = 90.760,93
	30.430,00	75%	8.504,60	70%	-	0	30	100		DP (VPL) = 8.370,72
	33.473,00	90%	9.355,06	90%						P (VPL<0) = 0,00%
	36.516,00	100%	10.205,52	100%						
	Invest. Inicial		Lucro Liq. após Imp.		V.R.		Vida Econômica			
	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Anos	VPL	TIR
1	71	36516	39	10206	62	0	57	25	R\$91.863,70	27,89%
2	41	36516	17	10206	63	0	65	25	R\$91.863,70	27,89%
3	24	36516	95	10206	14	0	64	25	R\$91.863,70	27,89%
4	9	36516	77	10206	99	0	27	25	R\$91.863,70	27,89%
5	24	36516	63	10206	100	0	20	20	R\$78.942,03	27,74%
6	90	36516	43	10206	73	0	37	25	R\$91.863,70	27,89%
7	64	36516	35	10206	46	0	9	20	R\$78.942,03	27,74%
8	4	36516	11	10206	9	0	18	20	R\$78.942,03	27,74%
9	18	36516	8	10206	52	0	32	25	R\$91.863,70	27,89%
10	91	36516	76	10206	21	0	66	25	R\$91.863,70	27,89%
11	92	36516	15	10206	32	0	84	30	R\$101.442,47	27,93%
12	100	36516	46	10206	44	0	98	30	R\$101.442,47	27,93%
13	59	36516	36	10206	80	0	60	25	R\$91.863,70	27,89%
14	90	36516	81	10206	7	0	25	25	R\$91.863,70	27,89%
15	76	36516	8	10206	75	0	34	25	R\$91.863,70	27,89%
16	13	36516	88	10206	85	0	81	30	R\$101.442,47	27,93%
17	26	36516	2	10206	75	0	60	25	R\$91.863,70	27,89%
18	9	36516	69	10206	69	0	61	25	R\$91.863,70	27,89%
19	14	36516	8	10206	76	0	97	30	R\$101.442,47	27,93%
20	24	36516	2	10206	70	0	11	20	R\$78.942,03	27,74%
21	40	36516	53	10206	11	0	87	30	R\$101.442,47	27,93%
22	8	36516	90	10206	38	0	47	25	R\$91.863,70	27,89%
23	24	36516	24	10206	1	0	26	25	R\$91.863,70	27,89%
24	8	36516	12	10206	58	0	69	25	R\$91.863,70	27,89%

Fonte: Próprio Autor (2012).

O P50 nesta rodada de simulação obteve uma TIR maior que a TMA em todas as interações e é nula a possibilidade de um VPL menor que zero.

4.1.4 Policultivo P75

O Policultivo P75 obteve o valor esperado do VPL em R\$ 29.965,44 e um desvio padrão de R\$ 4.270,89. Também neste caso, 100% dos VPL obtidos são acima de zero, e todas as TIR encontradas são maiores que a TMA conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Simulação Monte Carlo para o Policultivo P75.

Método Monte Carlo										
	Invest. Inicial		Lucro Liq.		Valor Res.		Vida Econômica		TMA	
	Valor	Dist. Ac.	Valor	Dist. Ac.	Valor	Dist. Ac.	Anos	Dist. Ac.	%	
	24.344,00	10%	3.546,88	5%	-	0	20	25	6,17%	
	27.387,00	25%	3.990,24	20%	-	0	25	75		E (VPL) = 29.965,44
	30.430,00	75%	4.433,60	70%	-	0	30	100		DP (VPL) = 4.270,89
	33.473,00	90%	4.876,96	90%						P (VPL<0) = 0,00%
	36.516,00	100%	5.320,32	100%						
	Invest. Inicial		Lucro Liq. após Imp.		V.R.		Vida Econômica			
	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Valor	num. aleat.	Anos	VPL	TIR
1	29	36516	55	5320	69	0	91	30	R\$35.404,22	14,31%
2	54	36516	46	5320	88	0	11	20	R\$23.674,33	13,39%
3	89	36516	76	5320	40	0	37	25	R\$30.410,63	14,02%
4	73	36516	40	5320	34	0	71	25	R\$30.410,63	14,02%
5	41	36516	79	5320	11	0	59	25	R\$30.410,63	14,02%
6	71	36516	97	5320	73	0	47	25	R\$30.410,63	14,02%
7	65	36516	86	5320	47	0	67	25	R\$30.410,63	14,02%
8	81	36516	54	5320	74	0	73	25	R\$30.410,63	14,02%
9	40	36516	85	5320	28	0	83	30	R\$35.404,22	14,31%
10	59	36516	39	5320	72	0	42	25	R\$30.410,63	14,02%
11	8	36516	12	5320	10	0	60	25	R\$30.410,63	14,02%
12	2	36516	32	5320	55	0	48	25	R\$30.410,63	14,02%
13	80	36516	58	5320	82	0	24	20	R\$23.674,33	13,39%
14	94	36516	88	5320	46	0	37	25	R\$30.410,63	14,02%
15	68	36516	96	5320	94	0	50	25	R\$30.410,63	14,02%
16	27	36516	36	5320	34	0	17	20	R\$23.674,33	13,39%
17	78	36516	12	5320	39	0	44	25	R\$30.410,63	14,02%
18	24	36516	30	5320	7	0	7	20	R\$23.674,33	13,39%
19	27	36516	6	5320	94	0	36	25	R\$30.410,63	14,02%
20	45	36516	64	5320	12	0	62	25	R\$30.410,63	14,02%
21	84	36516	74	5320	77	0	4	20	R\$23.674,33	13,39%
22	6	36516	0	4434	45	0	77	30	R\$23.417,52	11,70%
23	27	36516	56	5320	92	0	86	30	R\$35.404,22	14,31%
24	37	36516	32	5320	97	0	64	25	R\$30.410,63	14,02%

Fonte: Próprio Autor (2012).

Dentre os policultivos propostos o P75 foi o que obteve o menor valor esperado do VPL.

4.1.5 Análise comparativa da viabilidade dos policultivo estudado

Pelas análises realizadas com método Monte Carlo, nota-se que em todas as interações para todos os policultivos, o VPL foi maior que zero a TIR encontrada foi maior que a TMA.

Os resultados obtidos para o valor esperado de VPL para os policultivos onde há substituição parcial de 25% das carpas por jundiás e tilápias-do-nylo foi cerca de quatro vezes maior do que o obtido na média do Policultivo Tradicional.

Em todas estas interações, os policultivos são viáveis sob o ponto de vista econômico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O policultivo de carpas mostrou-se ser uma atividade apropriada para a pequena propriedade e a substituição parcial das carpas por jundiás e tilápias-do-nylo é uma alternativa adequada para a piscicultura no RS, obtendo um aumento significativo na produtividade de biomassa.

A maior produção de biomassa dentre os policultivos testados foi obtida no cultivo com 25% de substituição das carpas pela tilápia-do-nylo e pelo jundiá.

A receita bruta obtida nos policultivos propostos é aproximadamente 50 % maior do que a obtida no policultivo tradicional. Com este estudo verifica-se que é vantagem a implantação de qualquer um dos policultivos, considerando que a Taxa Interna de Retorno é superior TMA definida como a rentabilidade da aplicação em caderneta de poupança.

Através do método de Simulação Monte Carlo, concluiu-se que em nenhum policultivo houve VPL menor que zero obtendo-se assim as respectivas TIR superiores a TMA.

Em face dos resultados obtidos, sugere-se a utilização do policultivo com 25% de substituição das carpas por jundiás e tilápias-do-nylo, por este sistema apresentar o maior rendimento de biomassa e o melhor retorno financeiro.

REFERÊNCIAS

ABDELGHANY, A.E.; AHMAD, M.H. Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. **Aquaculture Research** , Stirling, v.33, p.415-423, 2002.

AZIM, M.E.; VERDEGEM, M.C.J.; KHATOON, H.; WAHAB, M.A.; VAN DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M. A comparison of fertilization, feeding and three periphyton

substrates for increasing fish production in freshwater pond aquaculture pond aquaculture in Bangladesh. **Aquaculture**, Amsterdam, v.212, p.227-243, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00093-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00093-5)

BARCELLOS, L.J.G.; KREUTZ, L.C.; QUEVEDO, R.M.; FIOREZE, I.; SOSO, A.B.; CERICATO, L.; FAGUNDES, M.; CONRAD, J.; BALDISSERA, R.; BRUSCHI, A.; RITTER, F. Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia quelen*(Quoy & Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. **Aquaculture**, Amsterdam, v.232, n.1-4, p.383-394, 2004. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00545-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00545-3)

BARCELLOS, L.J.G.; KREUTZ, L.C.; RODRIGUES, L.B.; FIOREZE, I.; QUEVEDO, R.M.; CERICATO, L.; CONRAD, J.; FAGUNDES, M.; SOSO, A.; LACERDA, L.A.; TERRA, S. Hematological and biochemical characteristics of male jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard Pimelodidae): changes after harvest acute stress. **Aquaculture Research**, Stirling, v.34, n.14, p.1465-1469, 2003.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Resolução CONAMA nº 357 de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 29 nov. 2010.

BOYD, C.E., TUCKER, C.S., Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer **Academic Publishers**, Boston, MA. 1998, 700 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3>

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. São Paulo: Elsevier, 2004.

BUTZ, I., Situation of fish-farm effluents in Austria. **Monistettuja Julkaisuja**, v. 74, 4-12, 1988.

FRÉCHETTE, M. A comment on the methodology of stocking experiments. **Aquaculture**, Amsterdam, v.250, p.291-299, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.05.004>

GOMES, L. C.; GOLOMBIESKI, J.I.; REGINA, A.; GOMES, C.; BALDISSEROTO, B.; Biology of *Rhamdia quelen*(Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, p.179-185, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782000000100029>

HORVÁTH, L.; TAMÁS, G. **Special methods in pond fish husbandry** Budapest: Akadémiai Kiadó, 1984. 148p.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <[HTTP://www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/)>. Acesso em 11/04/2009.

JENA, J.K.; AYYAPPAN, S.; ARAVINDAKSHAN, P.K. Comparative evaluation of production performance in varied cropping patterns of carp polyculture systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 207, p.49-64, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00800-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00800-6)

JUNQUEIRA, K de C.; PAMPLONA, E. O. Utilização da simulação de Monte Carlo em estudo de viabilidade econômica para a instalação de um conjunto de rebeneficiamento de café na cocarive. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., **Anais...** outubro de 2002, Curitiba, PR.

KESTMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. **Aquaculture**, Amsterdam, v.129, p.347-372, 1995.

[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00292-V](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(94)00292-V)

LEAL, L.R.; OLIVEIRA, M.J.F.de. Simulação aplicada ao gerenciamento de projetos: uma revisão. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v.11, n. 2. 2011.

<http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v11i2.737>

LIMA, E. C. P de; VIANA, J. C.; LEVINO, N. de A.; MOTA, C. M. de. **Simulação de monte carlo auxiliando a análise de viabilidade econômica de projetos**.

CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6, 2008. **Anais...** Niteroi, Agosto de 2008.

LUTZ, C.G. **Polyculture**: principles, practices, problems, and promise. **Aquaculture Magazine**, San Diego, v.March/April, p.1-5, 2003.

MILSTEIN, A.; ALKON, A. KARPLUS, I.; KOCHBA, M.; AVNIMELECH, Y. Combined effects of fertilization rate, manuring and feed pellet application on fish performance and water quality in polyculture ponds. **Aquaculture Research**, Stirling, v.26, p.55-65, 1995.

PEREIRA, S.M. **Estudo dos custos operacionais e da viabilidade de implantação de um sistema de coleta de dejetos de suínos para a geração de bioenergia no município de Toledo-SC**. Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Toledo, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. **Informações Município de Passo Fundo**. 2009. Disponível em: < <http://www.pmpf.rs.gov.br/>>. Acesso em: 7 janeiro de 2011.

PUCCINI, A.L. **Matemática financeira, objetiva e aplicada**. 7.ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 410 p.

ROY, N.C.; WAHAB, M.A.; KHATOON, H.; THILSTED, S.H. Economic s of Carp-SIS Polyculture in Rural Farmer's Pond. **Pakistan Journal of Biological Sciences** , Islamabad, v.6, n.1, p.61-64, 2003. <http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2003.61.64>

RITVO, G.; KOCHBA, M.; AVNIMELECH, Y. The effects of common carp bioturbation on fishpond soil. **Aquaculture** , Amsterdam, v.242, p.345-356, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.09.013>

SILVA, C. A. T.; NIYAMA, J. K.; FRANÇA, J. A.; VIEIRA, L.T. **Effects in the Valuation of Multinacional Corporations**. The Brazilian Experience, 2007.

SILVA, E.; MENEZES, E.. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis, 2001.

SILVA, L. B.; BARCELLOS, L. J. G.; QUEVEDO, R. M. ; SOUZA, S. M. G.; A.D. M. KESSLER; KREUTZ, L.C. ; RITTER, F.; FINCO, J. A.; BEDIN, A. C. Introduction of jundia *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) and Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) increases the productivity of carp polyculture in southern Brazil. **Aquaculture Research**, v. 39, n. 5, p. 542–551, March 2008.

SOUZA, S.M.G.; BARCELLOS, L.J.G. **Piscicultura: recria e engorda**. Porto Alegre: SENAR-RS, 1998. 188p.

VALENTI, W. C., 2002. **Aquicultura sustentável**. CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais...p.111-118.

WARKEN, J.A.; **Policultivo de peixes integrados: o modelo do oeste de santa catarina**. Sul Brasil Rural, 8. ed. 2009.

ZOCCARATO, I.; BENATTI, G.; CALVI, S.L.; BIANCHINI, M.L. Use of pig manure as fertilizer with or without supplement feed in pond carp production in Northern Italy. **Aquaculture** , Amsterdam, v.129, p.387-390, 1995. [http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00290-5](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(94)00290-5)



Artigo recebido em 06/05/2013 e aceito para publicação em 13/10/2014
DOI: [http://dx.doi.org/ 10.14488/1676-1901.v14i4.1590](http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14i4.1590)