

## ***Avaliação de Ciclo de Vida de Sistemas Modais e Melhorados de Cria no Pantanal***

Fernando Rodrigues Teixeira Dias <sup>1</sup>

Juliana Correa Borges Silva <sup>1</sup>

Eriklis Nogueiras <sup>1</sup>

Urbano Abreu <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Pantanal

fernando.dias@embrapa.br

### **Resumo**

A bovinocultura de corte é uma das atividades mais relevantes para a economia do Pantanal e do Brasil. O rebanho nacional em 2018 estava em torno de 213,5 milhões e o do Pantanal em torno de 3,85 milhões de animais. A contribuição da bovinocultura de corte para as mudanças climáticas é atribuída principalmente à emissão de metano entérico pelos animais, à emissão de óxido nitroso pela decomposição dos dejetos animais, e à emissão de CO<sub>2</sub> e outros gases de efeito estufa pela formação e manutenção da pastagem. Desde seu estabelecimento em 1975, a Embrapa Pantanal vem desenvolvendo tecnologias para a bovinocultura de corte no Pantanal, muitas vezes em parceria com a Embrapa Gado de Corte. Dentre as iniciativas desta parceria, está o arranjo de projetos “+Precoce”, que visou o desenvolvimento de tecnologias e sistemas de produção do novilho precoce. Dentro os projetos deste arranjo, está o projeto “+Cria”, voltado para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias relacionadas à reprodução animal. Dentre as tecnologias desenvolvidas, estão aquelas associadas ao uso de Inseminação Artificial a Tempo Fixo (IATF). A IATF é uma biotécnica que supre as deficiências da inseminação artificial tradicional, que são as falhas de detecção de cios e a incapacidade de atingir fêmeas em anestro. A IATF consiste no uso de fármacos capazes de controlar e sincronizar o ciclo estral e a ovulação das fêmeas, de modo que, se possa inseminar esses animais em horários

pré-determinados e com boas taxas de concepção. Sendo também capaz de trazer fêmeas em anestro à ciclicidade. Assim, o uso de protocolos hormonais define o calendário da estação de monta para data e hora pré-estabelecidos de inseminação artificial. A IATF tem grande potencial para o aumento de eficiência zootécnica e desempenho econômico de sistemas de cria de bovinos de corte no Pantanal, associado ou não ao uso de outras tecnologias. Este trabalho compara a avaliação de ciclo de vida (ACV) do “berço ao portão” de um sistema de cria do Pantanal modal, e de dois sistemas melhorados pelo uso de IATF e de pastagem plantada.

**Palavras-chaves:** ACV, Bovino, Cria, Pantanal, IATF

### **Introdução**

A bovinocultura de corte é uma das atividades humanas mais relevantes para a economia do Pantanal e do Brasil. O rebanho nacional em 2018 estava em torno de 213,5 milhões de cabeças (IBGE, 2018). Oliveira et al. (2016) estimaram a população de bovinos na planície pantaneira em 3,85 milhões de animais, sendo 70% desta (2,7 milhões de cabeças) no estado de Mato Grosso do Sul e 30% (1,15 milhões de cabeças) no estado de Mato Grosso.

O projeto “+Cria”, parceria entre a Embrapa Pantanal e Embrapa Gado de Corte, visou ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias relacionadas à reprodução animal, dentre elas, a Inseminação Artificial a Tempo Fixo (IATF). A IATF consiste no uso de fármacos para controlar o ciclo estral e a ovulação das fêmeas, para que se possa inseminar esses animais em horários pré-

determinados e com boas taxas de concepção. A IATF tem grande potencial para o aumento de eficiência zootécnica e desempenho econômico de sistemas de cria de bovinos de corte no Pantanal, associado ou não ao uso de outras tecnologias, como por exemplo, o uso de pasto formado, i.e., plantado (OLIVEIRA et al., 2015; NOGUEIRA et al., 2016; SILVA et al., 2017; ABREU et al., 2018). O projeto +Cria também incluiu a avaliação dos impactos ambiental das tecnologias para a bovinocultura, especialmente quanto à emissão de gases de efeito estufa (GEE). Para isso, foi utilizada a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), “do berço ao portão”, que considera os processos desde a extração dos recursos da natureza até a saída do produto (, (ISO, 2006), abordagem útil na comparação de sistemas de produção que entregam produtos semelhantes, por exemplo, diferentes sistemas de produção de bovinos de corte.

### **Sistemas de cria convencional e melhorados**

Como base para o estudo, foram utilizados modelos matemáticos de sistemas de produção de cria para a avaliação do desempenho econômico de sistemas que empregam ou não IATF, descritos em OLIVEIRA et al. (2015). A emissão de GEE foi estimada segundo métodos recomendados pelo Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC) e a base de dados internacional de inventários de ciclo de vida Ecoinvent descritos em DIAS et al. (2018).

No estudo de OLIVEIRA et al. (2015), o desempenho zootécnico e econômico de um

sistema convencional de cria do Pantanal foi modelado em planilhas eletrônicas a partir de levantamento junto a produtores. Outros dois sistemas fora modelados a partir de ajuste de índices zootécnicos do modelo do sistema Convencional. Um deles foi denominado IATF\_Convencional e considerou melhores índices de desempenho zootécnico que, segundo especialistas, seriam obtidos com o emprego de IATF. O terceiro modelo de sistema foi denominado IATF\_Pasto e considerou, além dos efeitos nos índices zootécnicos que poderiam ser obtidos pelo emprego de IATF, também os efeitos que seriam obtidos pela formação de pasto em 30% da área. Na Tabela 1 estão os índices zootécnicos ajustados para cada sistema no estudo de OLIVEIRA et al. (2015).

**Tabela 1: Índices zootécnicos para os três sistemas modelados.**

<i>Item</i>	<i>Conven- cional</i>	<i>IATF Conven- cional</i>	<i>IATF Pasto</i>
Taxa de natalidade (múltiparas)	50%	75%	75%
Relação vaca/touro	25	40	50
Intervalo entre partos (meses)	24	14	14
Idade à primeira cria (meses)	48	40	36
Mortalidade pré-desmama (%)	8%	8%	5%
Mortalidade pós-desmama (%)	3%	3%	3%
Palavras-chaves	10	Sim	Não
Referências	8	Não	Não

Adaptado pelos autores de Oliveira et al. (2015).

### ***Processos a Montante***

Para a ACV dos três sistemas utilizou-se a base de dados Ecoinvent 3.6 (Ecoinvent, 2019). Algumas simplificações importantes permitiram descartar vários processos a montante:

- Produção de touros reprodutores.

Mesmo com IATF, as fazendas mantêm touros reprodutores adquiridos adultos para “repassar” das fêmeas. As emissões dos touros na sua vida dentro dos sistemas foram estimadas, mas as emissões da produção e transporte destes touros antes de entrarem nos sistemas foram desconsideradas neste estudo. A quantidade de touros comprados foi de 10 touros nos sistemas Convencional e IATF\_Convencional e 8 touros no sistema IATF\_Pasto. Supondo as emissões anuais de GEE da produção de touros por kg de peso vivo do animal semelhantes às emissões anuais por kg de peso vivo do animal de outros bovinos, as emissões de touros comprados por ano reduzidas no sistema IATF\_Pasto quando comparado com os outros dois sistemas seriam as de 2 touros x 600 kg por touro x 3 anos em média para atingir a maturidade reprodutiva e ingressar no sistema de produção, ou seja, seriam emissões correspondentes às de cerca de  $2 \times 600 \times 3 / 450 = 8 \text{ UA}^1$ . Quando comparadas com as emissões anuais do rebanho inteiro do sistema IATF\_Pasto, de cerca de 2.018 UA, as emissões evitadas pelos touros comprados a

<sup>1</sup> UA: Unidade Animal, ou um animal adulto médio. É em geral aproximada para 450 kg de peso vivo.

menos por este sistema seriam da ordem de 8 / 2.018, ou 0,4% das emissões anuais do rebanho deste sistema, o que pode ser considerado irrelevante para os resultados do estudo.

As emissões do transporte de bovinos de uma fazenda para outra são menores do que 1% das emissões produzidas pelo animal em seu ciclo de vida no sistema, como comprovado nos inventários de ciclo de vida da bovinocultura de corte descritos em DIAS et al. (2018). Os dois touros comprados a menos representariam uma redução menor do que 1% de 0,4%, e por isso as emissões de transporte de touros comprados também não foram consideradas.

- Produção de sêmen para IATF.

A contribuição da produção e transporte do sêmen aos sistemas de produção IATF\_Convencional e IATF\_Pasto será proporcional à quantidade de sêmen consumida por ano por estes sistemas. Um reprodutor típico pode produzir mais de 50.000 doses por ano (SILVA, 2019), o que corresponderia a uma relação vaca / touro mais de mil vezes superior à encontrada nos sistemas analisados. Se supusermos que as emissões totais da fazenda produtora de sêmen, rateadas por UA de rebanho, são semelhantes ou ao menos da mesma ordem de grandeza das emissões por UA de rebanho estimadas para os sistemas analisados, esta relação vaca / touro tão superior torna irrelevante a carga de emissões a montante acrescentada pelo sêmen comprado, mesmo se todas as emissões da produção e transporte do

sêmen forem alocadas às doses de sêmen produzidas, e nenhuma ao peso de animais descartados ou outros coprodutos.

- Produção, embalagem e transporte de fármacos e sêmen para IATF.

O peso de fármacos e sêmen IATF consumidos por ano por um sistema de produção do tamanho dos modelados pesa menos de 10 kg, já embalados (SILVA, 2019) o que é menos de 0,01% do peso da produção dos sistemas, tornando irrelevante as emissões a montante por kg de insumo (embalagens incluídas) que seriam alocadas à produção animal.

- Produção e transporte da suplementação mineral.

Embora a suplementação mineral corresponda de 20% a 30% do peso vivo produzido, DIAS et al. (2018) avaliaram que o impacto das emissões da produção de suplementação mineral é inferior a 1% do impacto em emissões animais em sistemas de produção típicos do Pantanal.

- Produção, transporte e uso de infraestrutura (sede, galpões, currais, cercas).

A infraestrutura dos três sistemas foi considerada semelhante, sem grandes diferenças na quantidade e tipo de material empregado, com pouco efeito, portanto, nas diferenças entre emissões totais destes sistemas. Além disso, os impactos de produção e uso de infraestrutura foram avaliados como irrelevantes em sistemas

de produção típicos do Pantanal (DIAS et al., 2018).

- Calagem e adubação da pastagem.

A formação e manutenção de pasto em geral implica em emissões de GEE adicionadas pelo uso de maquinário e combustível em operações agrícolas, e de seus insumos, i.e., cal ou gesso (para correção de acidez do solo) e adubos ou fertilizantes. Nos sistemas modelados, as emissões das operações agrícolas foram consideradas, mas os impactos da produção, transporte e uso de insumos para calagem e adubação não foram considerados, porque os sistemas modelados não os utilizam em reforma ou formação de pasto.

- Produção de sementes.

O peso irrelevante representado pelas sementes quando comparado ao peso de animais produzidos e a intensidade de emissão menor permitiu desconsiderar as emissões a montante da produção de sementes para pastagem plantada no sistema IATF Pasto.

- Mudança de Uso da Terra (MUT) regionalizado, só para pasto formado.

Utilizou-se o modelo BRLUC (NOVAES et al., 2017) para a estimativa do impacto da mudança de uso da terra pela substituição de 30% da pastagem nativa por pastagem plantada no sistema IATF\_Pasto. Esse modelo está alinhado com as premissas assumidas para os conjuntos de dados de ICV da produção agropecuária

nacional enviados para publicação na base Ecoinvent 3.6 (soja, milho, cana de açúcar, eucalipto, manga, bovinos de corte). Também de acordo com as premissas consideradas na elaboração daquele inventário, a pastagem que permaneceu nativa não foi considerada no cálculo de MUT.

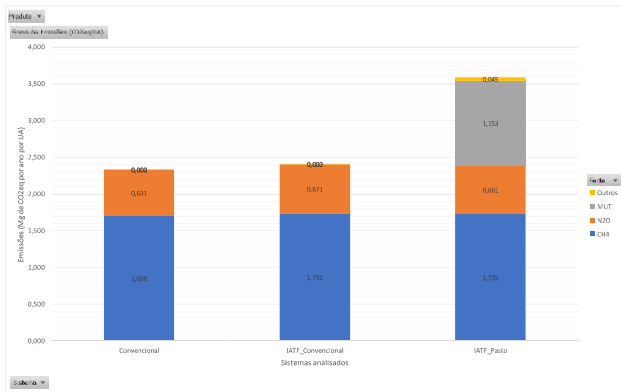
- Impacto foi alocado economicamente a três produtos: bezerro, bezerra, e animais descartados.

Os impactos foram alocados economicamente, aos três produtos: bezerros desmamados vendidos, bezerras desmamadas vendidas, e animais descartados vendidos para abate (vacas e touros), utilizando a média dos preços nacionais de bezerros e bezerras desmamados e de animais para abate e as taxas de conversão da moeda nacional para o euro dos últimos 10 anos.

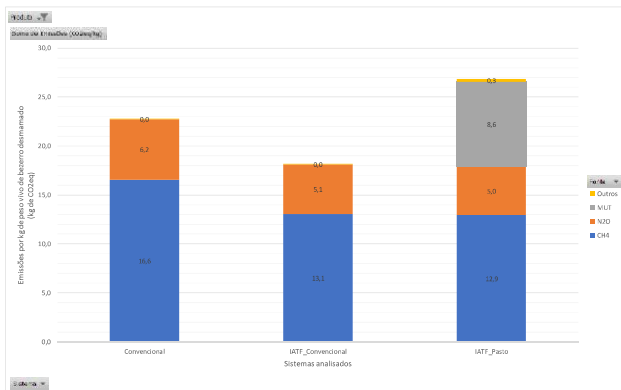
## Resultados

As emissões de GEE “do berço ao portão” dos três sistemas analisados consideraram a composição dos rebanhos nos três sistemas modelados, as premissas assumidas para o estudo, os modelos de cálculo de emissão de gases de efeito estufa e ICV de processos a montante disponíveis na base de dados Ecoinvent 3.6 e descritos em DIAS et al. (2018). As emissões foram agrupadas em categorias de fontes de emissão mais relevantes.

**Figura 1: Emissões de gases de efeito estufa por UA**



**Figura 2: Emissões de gases de efeito estufa por kg de peso vivo de bezerro desmamado**



Da figura 1, percebe-se que as emissões relevantes se resumem às emissões animais (CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) e MUT, esta última ocorrendo apenas para o sistema IATF\_Pasto, em que há formação de 30% da área pasto. As emissões por UA aumentam pouco mais de 3% com a introdução de IATF: de cerca de 2,3 ton CO<sub>2</sub>eq/UA no sistema Convencional para cerca de 2,4 ton CO<sub>2</sub>eq/UA no IATF\_Convencional.

As emissões de MUT e Outros adicionadas ao sistema IATF\_Pasto são devidas à supressão de 30% da pastagem nativa e às operações agrícolas para a formação de pasto.

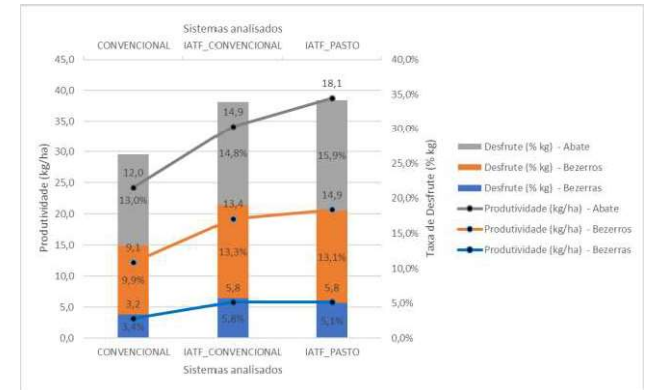
Para os três produtos (bezerros, bezerras, abate), as proporções entre emissões por kg de produto são as mesmas, variando apenas o total, por conta da alocação proporcional ao valor econômico (preço) relativo dos kg destes produtos, que foi a utilizada neste estudo, seguindo as diretrizes de DIAS et al. (2018).

A figura 2 mostra que a adoção de IATF levou a uma redução de 20,3% da intensidade de emissão: de 3,65 para 2,91 ton CO<sub>2</sub>eq por bezerro desmamado que sai do sistema. Esta redução de 20,3% é a estimada também para bezerras desmamadas e gado descartado para abate. A adoção de pasto formado em um sistema que já emprega IATF não foi vantajosa sob o critério de emissão de gases de efeito estufa: Toda a emissão adicionada por MUT, operações e outros (8,0 kg CO<sub>2</sub>eq / kg peso vivo de bezerro) advinda da formação de pasto para o sistema IATF\_Pasto, não compensou a redução de cerca de 1,5% (0,3 kg CO<sub>2</sub>eq / kg peso vivo de bezerro) na intensidade de emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O medida por kg de produto, deixando como saldo um acréscimo de cerca de 48% na intensidade de emissão.

Da figura 1 nota-se que o emprego de IATF não reduz a quantidade de emissões por UA de rebanho. A redução da intensidade de emissão medida por kg de produto percebida na figura 2

vem do aumento de eficiência, como mostra a figura 3.

**Figura 3: Produtividade e desfrute dos sistemas**



A figura 3 apresenta a produtividade e desfrute nos três sistemas analisados (Convencional, IATF\_Convencional, IATF\_Pasto). A produtividade é exibida nas linhas empilhadas, com valor acumulado dos três produtos, na escala à esquerda do gráfico, em kg de peso vivo total produzido (somando bezerros, bezerras e animais descartados para abate) por ha da área de pastagem. A taxa de desfrute é exibida nas colunas empilhadas, com valor acumulado dos três produtos, na escala à direita do gráfico, em % do kg de peso vivo produzido anualmente, por kg de peso vivo do rebanho médio do ano. Os rótulos de cada ponto ou coluna indicam o valor da produtividade ou desfrute para cada categoria animal.

As linhas do gráfico na figura 3 mostram que a produtividade, medida em kg de produto por ha por ano, aumenta 41% com a introdução de IATF (de 24,2 para 34,1 kg/ha/ano) e em apenas

14%, com a introdução de pasto formado (de 34,1 para 38,8 kg/ha/ano). As colunas do gráfico na mesma figura 5 mostram que a taxa de desfrute aumenta em 29% (de 0,263 para 0,339) com o uso de IATF e em apenas 0,9% com a formação de pasto (de 0,339 para 0,342).

O termo “taxa de desfrute” é usado aqui com significado distinto do normalmente usado em publicações relacionadas à bovinocultura, inclusive da Embrapa. A taxa de desfrute normalmente usada é calculada em cabeças (MELO FILHO & QUEIROZ, 2011), e o termo aqui representa a produção total em kg de peso vivo por ano dividida pelo peso vivo do rebanho. Os autores do presente estudo escolheram esta definição ajustada de “taxa de desfrute” porque o kg de peso vivo (ou UA) é melhor referência para comparar rebanhos no que tange a emissões animais e uso de área, do que “cabeças”, isto é, quantidade de animais de qualquer idade e peso.

A emissão por ano por UA do rebanho tem pouca variação entre os sistemas de produção analisados, e a redução da intensidade de emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O por unidade de produto é explicada pelo aumento na taxa de desfrute. No sistema IATF\_Pasto, esta redução de emissão foi compensada pela emissão acrescentada pela mudança de uso da terra necessária para a reforma do pasto.

## Conclusões

Os resultados encontrados por este trabalho sugerem que em sistemas de cria no Pantanal, o

aumento de rentabilidade obtido por uso de IATF encontrado por OLIVEIRA et al. (2015) é acompanhado de redução de emissão de gases de efeito estufa por unidade de produto. Tanto o aumento da rentabilidade como a redução deste importante impacto ambiental são devidos ao aumento produção anual de kg de produto por UA ou kg do rebanho médio anual estabilizado. Concluiu-se também que o investimento em formação de pasto, embora aumente a rentabilidade, produtividade por área e por rebanho, cobra um “preço” caro em impacto ambiental, por conta dos impactos da mudança de uso da terra não compensado pela redução das emissões pelo uso de IATF.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas da Embrapa e instituições parceiras no Brasil e no exterior que contribuíram para o desenvolvimento dos conjuntos de dados para inventários de ciclo de vida e métodos regionalizados de cálculo de emissões recentemente publicados na base de dados Ecoinvent 3.6. Este estudo não seria possível sem os dados, métodos e inventários de ciclo de vida desenvolvidos e validados por especialistas naquele trabalho.

## Referências bibliográficas

- Abreu, U. G. P., Bergier I., Costa F. P., Oliveira L. O. F., Nogueira e., Silva J. C. B., Batista D. S. N., Silva Junior C. Sistema intensivo de produção na região tropical brasileira: o caso do Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2018, 25p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174991/1/DOC-155-Urbano.pdf>. Acesso em 28 fev. 2020.
- Dias, F. R. T.; Matsuura, M. I. da S. F.; Barioni, L. G.; Fasiaben, M. do C. R.; Moreira, J. M. M. A. P.; Sena, A. L. dos S.; Santos, J. C. dos;

- Costa, F. P.; Lampert, V. do N.; Oliveira, P. P. A.; Pedroso, A. de F. Beef cattle CO<sub>2</sub>-e emission intensity as a product of performance ratios. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GREENHOUSE GASES IN AGRICULTURE, 2., 2016, Campo Grande, MS. Proceedings. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 37-41 (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 216). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157663/1/Beef-Cattle-CO2.pdf>. Acesso em 28 fev. 2020.

- Dias, F. R. T.; Picoli, J. F.; Costa, F. P.; Bungenstab, D. J.; Matsuura, M. I. da S. F. Life cycle inventories for beef cattle in Brazil. In: Matsuura, M. I. S. F.; Picoli, J. F. Life cycle inventories of agriculture, forestry and animal husbandry - Brazil. Zürich: Ecoinvent Association, 2018. p. 106-122. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/203789/1/LCI-Agriculture-2018.pdf>. Acesso em 28 fev. 2020.

- IBGE. Produção da pecuária municipal – 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018>. Acesso em: 28 fev. 2020.

- ISO - International Organization for Standardization. (2006). ISO 14040, Environmental management – Life cycle assessment -- Principles and framework. Genève. (2006) 28 p.

- Melo Filho, G. A. de; Queiroz, H. P. de (Ed.). Gado de corte: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 41. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/920741/1/500perguntasgadodecorte.pdf>. Acesso em 28 fev. 2020.

- Nogueira E., Silva J. C. B., Silva M. R., Silva A. S., Rodrigues W. B., Bezerra A. O., Jara J. P., Silva K. C., Anache N. A. IATF + CIO: estratégia prática de avaliação de cio e aumento de prenhez. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2016. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157420/1/CT113.pdf>. Acesso em 28 fev. 2020.

- Novaes, R. M. L.; Pazianotto, R. A. A.; Brandão, M.; Alves, B. J. R.; May, A.; Matsuura, M. I. da S. F. Estimating 20-year land-use change and derived CO<sub>2</sub> emissions associated to crops, pasture and forestry in Brazil and each of its 27 states. *Global Change Biology*, v. 23, n. 9, p. 3716-3728, 2017.

- Oliveira L. O. F., Abreu U. G. P., Dias F. R. T., Fernandes F. A., Nogueira E., SILVA J. C. B. Estimativa da população de bovinos no Pantanal por meio de modelos temáticos e índices tradicionais. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2016. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149610/1/COT99.pdf>. Acesso em 28 fev. 2019.

- Oliveira, L. O. F. de; Nogueira, E.; Gri, A. L. da S.; Silva, J. C. B.; Rodrigues, W. B.; Abreu, U. G. P. de. Simulations of economic results with the use of FTAI in cow-calf farm in the Pantanal. In: REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 52., 2015, Belo Horizonte. Zootecnia: otimizando recursos e potencialidades: anais. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2015. p. 1-3.

Silva, J. C. B.; Silva, M. R.; Resende, A. O.; Sampaio, D. C., Nogueira, E., Abreu, U. G. P., Oliveira, L. O. F., Sartori, FILHO, R. Sêmen bovino refrigerado e aumento de prenhez de vacas de corte submetidas à IATF. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2017. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169514/1/CT-114.pdf>. Acesso em 28 fev. 2020

Silva J. C. B. Peso estimado de sêmen bovino e fármacos para IATF já embalados, para sistemas de produção com cerca de 2000 fêmeas, consumo anual - comunicação interna.