



Dinâmica espaço-temporal do javali *Sus scrofa*

Joice Chaves Marques*

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Resumo

Com ampla distribuição geográfica, nativo da Europa, de fácil adaptação aos mais distintos ambientes e com alimentação diversificada, o javali (*Sus scrofa*) tem causado sérios danos econômicos. Na busca por alimentos, fuçam o solo destruindo plantações. No Brasil o problema se agrava devido à ausência de predadores naturais e à rápida reprodução que estabelece populações numerosas. Além das perdas na produção, os javalis podem disseminar doenças como aftosa, tuberculose, brucelose, leptospirose, entre outras zoonozias [2]. Diante desse cenário, os órgãos públicos responsáveis têm promovido discussões sobre medidas possíveis e viáveis que controlem o crescimento dessa espécie no Brasil. Neste trabalho vamos propor um modelo matemático visando descrever a dinâmica temporal e espacial dos javalis a partir da introdução em um novo habitat. Usando um modelo estruturado por idade, discreto no tempo e no espaço, analisamos o crescimento e movimentação desses indivíduos em ambientes com diferentes disponibilidade de recursos. Para tal modelo usamos Rede de Mapas Acoplados na qual supomos que a dinâmica da população ocorre em dois estágios: um estágio sedentário e um estágio de dispersão. Para a fase de dispersão consideramos os principais aspectos que influenciam a movimentação dos javalis (água, comida e abrigo). Como esses fatores variam muito em regiões que as estações são bem definidas e com o objetivo de analisarmos essa variação propomos quatro diferentes núcleos de redistribuição. Observamos que as populações totais mais numerosas correspondem aos núcleos de redistribuição com taxa .

1 Introdução

Animal nativo da Europa, de fácil adaptação aos mais distintos ambientes e com alimentação diversificada, o javali (*Sus scrofa*) tem ampla distribuição geográfica estando presente em todos os continentes, exceto a Antártida. Ocorre na maior parte da Europa e em uma pequena parte do Norte da África, próximo ao Mar Mediterrâneo. Na Ásia, foram excluídos das regiões desérticas e altas cadeias de montanhas. Na América do Sul, podem ser facilmente encontrados na Argentina, Uruguai e Brasil (especialmente nos Estados do Sul). Em países como Dinamarca, Suécia e Portugal os javalis foram muito caçados e levados à beira da extinção mas tempos depois voltaram a se reestabelecer.

*Parcialmente financiado por CAPES, e-mail:

Independente do país em que esteja localizado, o que se sabe de fato é que os javalis causam sérios danos econômicos. Na busca por alimentos, fuçam o solo destruindo plantações. Keuling et al. [6] citam que na Europa a alta densidade de *Sus scrofa* provoca enormes danos, notavelmente nos campos de cultivo e ecossistemas. Esses prejuízos, de acordo com Servanty et al. [9], custou mais que 19.000.000 de euros em 2006 na França e mais que 7.000.000 de euros em 2004 na Itália.

No Brasil o problema se agrava devido à ausência de predadores naturais e à rápida reprodução que estabelece populações numerosas. Além das perdas na produção, os javalis podem disseminar doenças como aftosa, tuberculose, brucelose, leptospirose, entre outras zoonozias [2].

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica-CDB, da qual Brasil é signatário, uma espécie fora da sua área de distribuição natural é denominada espécie exótica e no caso de ameaçar ecossistemas, habitats ou outras espécies é considerada espécie invasora. Diante desse cenário, os órgãos públicos responsáveis têm promovido discussões sobre medidas possíveis e viáveis que controlem o crescimento dessa espécie.

Por ser um país em que o javali existe há menos tempo, ainda tem-se poucos estudos no que diz respeito à dinâmica populacional dessa espécie.

Neste trabalho vamos propor um modelo matemático visando descrever a dinâmica temporal e espacial dos javalis a partir da introdução em um novo habitat. Usando um modelo estruturado por idade, discreto no tempo e no espaço, analisaremos o crescimento e movimentação desses indivíduos em ambientes com diferentes disponibilidade de recursos.

Para tal modelo usamos Rede de Mapas Acoplados na qual supomos que a dinâmica da população ocorre em dois estágios: um estágio sedentário e um estágio de dispersão.

2 Formulação do modelo

2.1 Estágio Sedentário - Dinâmica local

O ciclo de vida dos javalis, consiste em três fases: leitões, juvenis e adultos. O intervalo de idade correspondente a cada fase é classificado pelos autores ([7],[9]) de acordo com o peso corporal de cada animal ([7]). Nesse trabalho usamos a classificação adotada por ([9]) em que leitões correspondem aos indivíduos entre 0 e 1 ano, juvenis entre 1 e 2 anos e adultos, mais que 2 anos.

A reprodução dos javalis ocorre, pelo menos, uma vez ao ano (em alguns países, mais especificamente, no verão) dependendo da abundância de recursos do ambiente (água, comida e abrigo) mas sempre em etapas de tempo bem definidas (meses, estações ou anos). Essa variação é devida à "adaptabilidade" das fêmeas em retardar ou antecipar a fase de reprodução [9]. Inicialmente vamos supor que a reprodução ocorre em intervalos fixos de 1 ano.

Andam sempre em bandos formados pelas fêmeas adultas e seus filhotes; os machos adultos são solitários aproximando-se das fêmeas aptas a reproduzir somente na época do cio. Quando atingem a fase juvenil, os filhotes tendem a se afastar do bando como uma forma de evitar a disputa por recursos com os animais mais frágeis.

Tendo em vista esse comportamento da população, propomos as seguintes equações a diferenças e o seguinte modelo estruturado por idade para descrever o crescimento de um bando de javalis:

$$\begin{cases} I_{t+1} &= f_1(I_t, J_t, A_t) = \left(\frac{1}{1+bA_t}\right) \mu \alpha A_t \\ J_{t+1} &= f_2(I_t, J_t, A_t) = \sigma_1 I_t \\ A_{t+1} &= f_3(I_t, J_t, A_t) = \sigma A_t + (1-d)\sigma_2 \frac{J_t}{2}, \end{cases} \quad (1)$$

onde I_t representa os indivíduos com idade entre 0 e 1 ano, J_t indivíduos com idade entre 1 e 2 anos e A_t o número de fêmeas com idade superior a 2 anos, no tempo t . Os parâmetros σ_1 , σ_2 e σ correspondem à taxa de sobrevivência de leitões, juvenis e adultos, respectivamente. μ representa a taxa de fêmeas adultas que estão aptas à reprodução, α é o número de filhotes por fêmea adulta e

$(1 - d)$ a fração de juvenis que permanece no bando, $d < 1$. O fator $\frac{1}{2}$ na última equação significa que estamos considerando razão sexual 1 : 1. A fração $\frac{1}{1+bA_t}$ descreve o número de filhotes que sobrevive à competição intraespecífica onde b é um parâmetro que indica o grau de competitividade entre os filhotes.

2.2 Estágio de dispersão

Na RMA que construímos, cada sítio representa aproximadamente a área ocupada por um bando durante uma geração. Isto é, seu “home range”. Cada sítio, será ocupado por apenas um bando, a cada geração. Assim, $I_t(\mathbf{x})$, $J_t(\mathbf{x})$ e $A_t(\mathbf{x})$ são, respectivamente, a densidade de leitões, juvenis e adultos do bando que ocupa o sítio \mathbf{x} , no início da etapa de tempo t .

A movimentação dos javalis, quando não há caça, ocorre em função da disponibilidade de recursos do ambiente. Procuram um lugar em que haja água, abrigo e comida para estabelecer seu “home range”. Enquanto houver recursos disponíveis, permanecem no local evitando assim percorrer distâncias muito longas. Uma parte dos juvenis se afasta do bando para fundar um novo grupo e se instalar em um sítio distinto a fim de evitar competições por recursos.

Neste modelo inicial, supomos que o bando consome os recursos do sítio que ocupa em uma geração. Dessa forma, a cada etapa de tempo, todos os bandos se redistribuem no habitat. No entanto, de forma idealizada, supomos que, após um bando deixar um sítio, os recursos são imediatamente renovados, de modo que o sítio possa ser ocupado por outro bando.

Para descrever a dispersão dos bandos vamos construir o núcleo de redistribuição levando em consideração três aspectos: distância, recursos e ocupação.

Para a distância adotaremos uma distribuição que representa a forma pela qual os indivíduos se instalariam se o meio fosse homogêneo e a escolha de novas posições dependesse apenas da distância entre $\mathbf{x} = (x_i, x_j)$ e $\mathbf{y} = (y_i, y_j)$, $i = 1, \dots, n$. No caso da dispersão dos javalis vamos considerar a Distribuição Normal bidimensional representada em (2), [8], já que a probabilidade de instalação é maior para posições mais próximas o que condiz com a movimentação desses ungulados:

$$k_n(|\mathbf{x}-\mathbf{y}|^2) = \frac{1}{2\pi\beta^2} \exp\left[-\frac{|\mathbf{x}-\mathbf{y}|^2}{2\beta^2}\right], \quad (2)$$

em que β é um parâmetro que quantifica a escala espacial de dispersão.

Vamos utilizar uma função $r(\mathbf{x})$, que descreve a qualidade dos recursos no sítio \mathbf{x} e assumir $0 < r(\mathbf{x}) < 1$ de modo que, esta função exprima a atração de cada posição com relação aos fatores relevantes à sobrevivência da população. Zero corresponde à ausência de recursos e um à abundância.

Por fim consideramos uma função $\phi_t(\mathbf{x})$ que caracteriza a ocupação do sítio \mathbf{x} por um bando de javalis. Para diminuir a competição intra-bandos, os javalis evitam migrar para locais ocupados por outros bandos. Dessa forma, $\phi_t(\mathbf{x})$ será dada por

$$\phi_t(\mathbf{x}) = \begin{cases} 1, & \text{se } S_t(\mathbf{x}) = 0; \\ 0, & \text{se } S_t(\mathbf{x}) \neq 0, \end{cases} \quad (3)$$

onde $S_t(\mathbf{x}) = I'_t(\mathbf{x}) + J'_t(\mathbf{x}) + A'_t(\mathbf{x})$, em que $I'_t(\mathbf{x})$, $J'_t(\mathbf{x})$ e $A'_t(\mathbf{x})$ representam a densidade de cada faixa etária após a reação. Dessa forma, $\phi_t(\mathbf{x})$ é nula se a posição \mathbf{x} estiver ocupada.

Com isso, construímos a seguinte distribuição de qualidade total do habitat. $Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ que leva em consideração a distância, a ocupação e a qualidade dos recursos da posição \mathbf{x} percebida pelos indivíduos situados no sítio \mathbf{y} será dada por

$$Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{k_n(|\mathbf{x}-\mathbf{y}|)r(\mathbf{x})\phi_t(\mathbf{x})}{\sum_{\mathbf{x} \in V_y} k_n(|\mathbf{x}-\mathbf{y}|)r(\mathbf{x})\phi_t(\mathbf{x})}. \quad (4)$$

Cada bando “escolherá” migrar para um sítio de sua vizinhança de acordo com $Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y})$. Vamos analisar diferentes mecanismos de escolha e avaliar seus efeitos sobre a distribuição da população.

Construímos quatro núcleos de redistribuição $k(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ que descrevem a probabilidade de um bando no sítio \mathbf{y} migrar para o sítio \mathbf{x} .

2.2.1 Núcleo de redistribuição 1 (taxia com escolha ótima)

Após a prospecção da vizinhança $V_{\mathbf{y}}$, consideramos que o bando "decide" migrar para a posição de máxima qualidade $Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y})$. Os javalis escolhem a posição de melhor qualidade final, ou seja, o sítio de menor distância, desocupado e com maior quantidade de recursos $Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y})$. Assim, definimos

$$k_1(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \begin{cases} 1, & \text{se } Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \max_{\mathbf{x} \in V_{\mathbf{y}}} \{Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y})\}; \\ 0, & \text{se } Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \neq \max_{\mathbf{x} \in V_{\mathbf{y}}} \{Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y})\}. \end{cases} \quad (5)$$

Notemos que apenas uma posição de $V_{\mathbf{y}}$ é escolhida, pelo bando em \mathbf{y} .

Como os javalis se movimentam em bando, a dispersão de leitões, juvenis e adultos de um bando ocorre sempre para a mesma posição. Assim, $k_1(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ é o núcleo de redistribuição para as três faixas etárias. Consideramos movimentação assíncrona. Isto é, implementamos a movimentação ao bando de cada sítio de modo que $\phi_t(\mathbf{x})$ e $Q_t(\mathbf{x})$ são atualizadas a cada movimentação. Dessa forma, evitamos que dois ou mais bandos escolham o mesmo sítio para instalar-se.

Quando todas as posições da vizinhança de \mathbf{y} tiverem ocupadas, isto é, $\phi_t(\mathbf{x}) = 0$ para todo $\mathbf{x} \in V_{\mathbf{y}}$ um novo critério para a escolha do sítio deve ser adotado. Nesse caso, o bando permanecerá no sítio em que se encontra.

Após a movimentação de um bando, o sítio por ele ocupado torna-se disponível e a função $\phi_t(\mathbf{x})$ é atualizada possibilitando que um outro bando ocupe esta posição. Observamos que quando o $\max Q_t(\mathbf{x})$ for assumido em dois ou mais sítios $\mathbf{x} \in V_{\mathbf{y}}$ um deles será escolhido aleatoriamente para fixação do bando.

Devemos considerar que uma parte dos juvenis deixa o bando e se movimenta para outra direção. Ou seja, as fêmeas e os leitões por serem mais frágeis têm prioridade para escolherem a posição com melhor qualidade de recursos. Uma vez que essa posição foi escolhida pelo bando, uma fração dos indivíduos juvenis escolhe outro sítio distinto para se instalar. Logo, precisamos de (outro núcleo) de redistribuição para a dispersão dos juvenis que deixam o bando. Assumimos, o mesmo critério de distância, recursos e ocupação usado anteriormente.

Da mesma forma que em (5)

$$k_1^d(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \begin{cases} 1, & \text{se } Q_t^d(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \max_{\mathbf{x} \in V_{\mathbf{y}}} \{Q_t^d(\mathbf{x}, \mathbf{y})\}, \\ 0, & \text{se } Q_t^d(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \neq \max_{\mathbf{x} \in V_{\mathbf{y}}} \{Q_t^d(\mathbf{x}, \mathbf{y})\}, \end{cases} \quad (6)$$

onde Q_t^d é a qualidade total definida em (4) e aplicada após a movimentação do bando do qual originou.

Também, para o caso em que todas as posições tiverem ocupadas os juvenis permanecem no mesmo sítio.

2.2.2 Núcleo de redistribuição 2 (taxia com escolha imprecisa)

Para o núcleo de redistribuição 2 consideramos a mesma função qualidade dada em (4) porém a escolha dos sítios para os quais o bando e o grupo de juvenis se movimenta ocorre de forma diferente.

Consideramos que pode haver uma falha em localizar o sítio de máxima qualidade, apesar da prospecção realizada. Assim, consideramos

$$k_2(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y}), \quad (7)$$

e realizamos um sorteio de acordo com essa distribuição de probabilidade.

Nesse núcleo os javalis escolhem o patch para fixarem-se sem saber se tal região é a "melhor" dentre todas. A movimentação dos juvenis se dará da mesma forma porém para outra direção distinta da escolhida pelo bando.

2.2.3 Núcleo 3 (escolha aleatória na vizinhança)

Considerando que não haja prospecção da região para a fixação do bando, vamos supor que a escolha do sítio é feita de maneira aleatória, considerando apenas a ocupação de cada sítio. Assim,

$$k_3(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{\phi_t(\mathbf{x})}{\sum_{\mathbf{x} \in V_y} \phi_t(\mathbf{x})}. \quad (8)$$

em que \mathbf{y} é a posição atual e V_y é a vizinhança em questão.

Da mesma forma que nos núcleos 1 e 2, os juvenis se direcionam para outra posição diferente daquela escolhida pelo bando.

2.2.4 Núcleo 4 (escolha aleatória em função da distância)

No núcleo 4, a escolha do sítio leva em consideração a distância

$$k_4(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = Q_t(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{k_n(|\mathbf{x}-\mathbf{y}|)\phi_t(\mathbf{x})}{\sum_{\mathbf{x} \in V_y} k_n(|\mathbf{x}-\mathbf{y}|)\phi_t(\mathbf{x})}, \quad (9)$$

sendo maior probabilidade de instalação nos sítios mais próximos àquele em questão.

3 Dinâmica espaço temporal

Durante a fase sedentária, o número de indivíduos em cada faixa etária, na posição \mathbf{x} , é dada por

$$\begin{bmatrix} I'_t(\mathbf{x}) \\ J'_t(\mathbf{x}) \\ A'_t(\mathbf{x}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1(I_t(\mathbf{x}), J_t(\mathbf{x}), A_t(\mathbf{x})) \\ f_2(I_t(\mathbf{x}), J_t(\mathbf{x}), A_t(\mathbf{x})) \\ f_3(I_t(\mathbf{x}), J_t(\mathbf{x}), A_t(\mathbf{x})) \end{bmatrix},$$

onde f_1 , f_2 e f_3 são dadas em (1). Após a etapa de dispersão, a densidade de leitões, juvenis e adultos, respectivamente, no sítio \mathbf{x} será

$$I_{t+1}(\mathbf{x}) = \sum_{\mathbf{y} \in V_x} k_{i^*}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) I'_t(\mathbf{y}), \quad i^* = 1, \dots, 4, \quad (10)$$

$$J_{t+1}(\mathbf{x}) = (1-d) \sum_{\mathbf{y} \in V_x} k_{i^*}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) J'_t(\mathbf{y}) + d \sum_{\mathbf{y} \in V_x} k_{i^*}^d(\mathbf{x}, \mathbf{y}) J'_t(\mathbf{y}), \quad i^* = 1, \dots, 4 \quad (11)$$

$$A_{t+1}(\mathbf{x}) = \sum_{\mathbf{y} \in V_x} k_{i^*}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) A'_t(\mathbf{y}), \quad i^* = 1, \dots, 4 \quad (12)$$

d é a fração de indivíduos juvenis que não acompanha seu bando original.

3.1 Simulações

Para a realização das simulações utilizaremos os parâmetros (com seus correspondentes valores) da tabela (1).

Tabela 1: Os valores dos parâmetros foram estabelecidos com base na literatura estudada [4],[5].

Parâmetro	Simulação
Sobrevivência de leitões(σ_1)	0,50
Sobrevivência de juvenis(σ_2)	0,60
Sobrevivência de adultos(σ)	0,80
Leitões por parto (α)	7
Fêmeas aptas à reprodução (μ)	0,90
Competitividade dos filhotes (b)	0,05
Partos por ano	1
Juvenis que ficam no bando ($1 - d$)	0,60

O domínio 50×50 sítios, nas fronteiras não existe recursos então os javalis chegam até a borda e voltam (fronteira reflexiva). A vizinhança V_y será composta pelos 25 vizinhos mais próximos.

Para os recursos $r(\mathbf{x})$ analisaremos duas situações: Recursos distribuídos de maneira aleatória e distribuídos periodicamente, como explicitado a seguir.

3.2 Recursos periódicos

Nesse caso vamos considerar uma qualidade de recursos distribuída no espaço de forma periódica como mostrado na Figura (3.2). Retrata a situação em que há diversos campos de plantações (como milho, por exemplo) regularmente espaçados. Para tais simulações iremos considerar um domínio 51×51 .

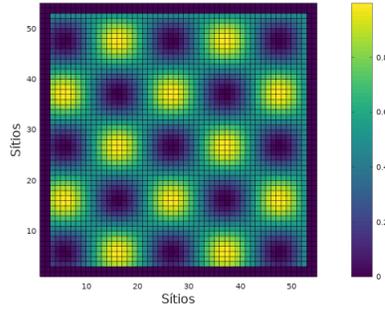


Figura 1: $r(\mathbf{x}) = -0,5[\sin(0,3x_i) \sin(0,3x_j)] + 0,5$ (com $\mathbf{x} = (x_i, x_j)$).

Consideremos a liberação de um bando no centro do domínio ($\mathbf{x}_{26}, \mathbf{x}_{26}$), composto por 7 leitões, 7 juvenis e 6 fêmeas adultas. Todas as simulações são feitas para os quatro núcleos de redistribuição descritos acima.

3.3 Núcleos 1, 2, 3 e 4

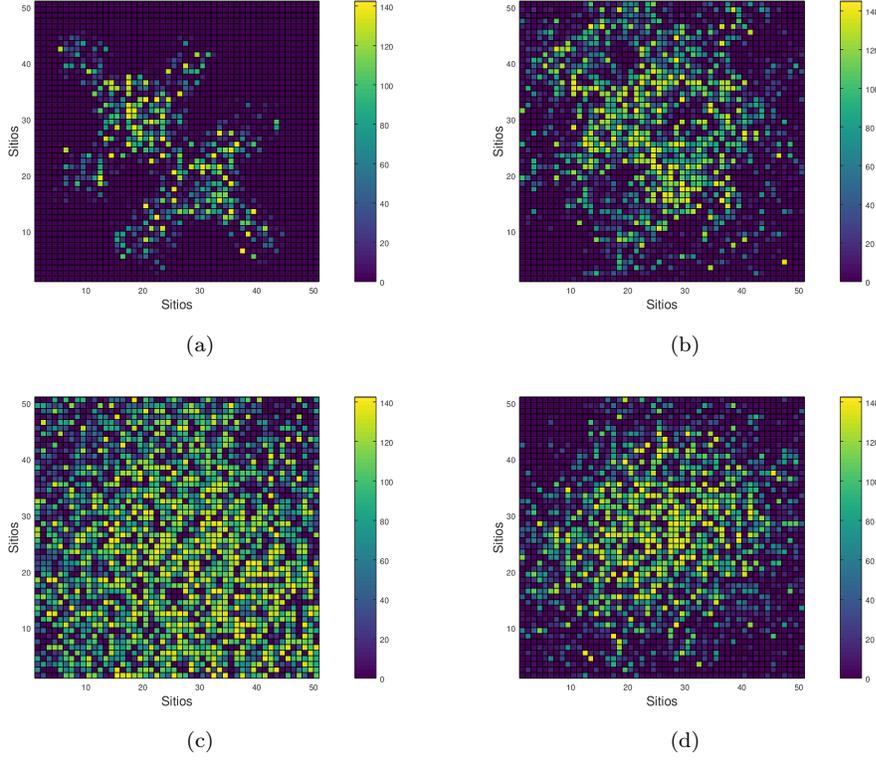


Figura 2: Distribuição espacial de $S_{60}(x) = I'_{60}(x) + J'_{60}(x) + A'_{60}(x)$ para o conjunto de parâmetros da tabela (1).

A Figura (2(a)) ilustra a distribuição espacial de bandos para recursos periódicos e núcleo de redistribuição 1 em $t = 60$. Observemos que a movimentação dos javalis ocorre em direção às posições com maior qualidade de recursos formando um padrão semelhante ao mostrado na figura (3.2). Evitam os sítios com baixa qualidade surgindo o que pode ser visto como “buracos” na figura. Após ocuparem todas as posições de melhor qualidade, não havendo opções para deslocarem-se começam a se estabelecer em todo o domínio.

Na Figura (2(b)) podemos ver a distribuição espacial dos bandos em $t = 60$ considerando o núcleo de redistribuição 2. Como no caso anterior, nota-se que tendem a formar um padrão similar ao exposto na figura (3.2) porém há mais sítios com baixa qualidade ocupados.

Na Figura (2(c)) temos a disposição dos bandos em $t = 60$ considerando o núcleo de redistribuição 3. Os bandos ocupam mais posições do domínio do que nas distribuições espaciais referentes aos núcleos 1 e 2. Como a escolha das posições nessa situação não é influenciada nem pelos recursos e nem pela distância nota-se que optam por sítios aleatórios e mais distantes ocasionando rápido espalhamento e um padrão nada semelhante com aquele exposto na Figura (3.2).

Na Figura (2(d)) referente a distribuição espacial dos bandos em $t = 60$ considerando o núcleo de redistribuição 4 observa-se que os bandos ficam mais aglomerados comparado aos outros núcleos. Como no caso do núcleo 3 o padrão é nada semelhante ao exposto na Figura (3.2).

3.3.1 Comparações entre os quatro núcleos

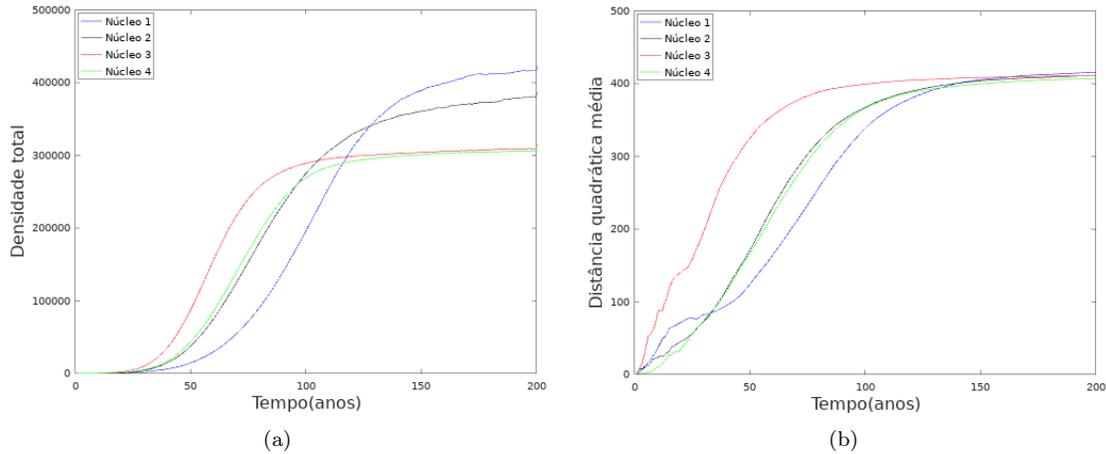


Figura 3: Densidade total $S_t(x) = I'_t(x) + J'_t(x) + A'_t(x)$ (3(a)), distância quadrática média (3(b)) para os quatro núcleos.

No gráfico (3(a)) tem-se a densidade total para os quatro núcleos conforme legenda. Observa-se valores maiores para os núcleos 1 e 2 pois nesses casos temos a influência da taxa que possibilita que os javalis escolham as posições de melhor qualidade propiciando o aumento da população.

A distância quadrática média atinge o mesmo limite nos quatro casos porém para o núcleo 3 a dispersão é maior nos tempos iniciais (Figura 3(b)). Esse rápido espalhamento pode ser observado na Figura (2(c)). Para os demais núcleos a taxa e dependência da distância ocasionam uma dispersão mais lenta.

4 Conclusões

Nesse trabalho propomos um modelo matemático do tipo Redes de Mapas Acoplados (RMA) para estudar a dinâmica espaço-temporal de uma população de javalis (*Sus scrofa*). Construímos um modelo para a dinâmica local de um bando com a população dividida em classes etárias: leitões, juvenis e adultos.

Para a fase de dispersão formulamos quatro núcleos de redistribuições levando em consideração os principais fatores que determinam a movimentação dos bandos, os quais são (quando não há caça): distância, recursos e densidade. Com esses núcleos tentamos retratar a movimentação dos javalis que procuram a posição de melhor qualidade, em uma área de prospecção. Também consideramos que uma parte dos juvenis sai do bando e procura outra posição distinta daquela escolhida pelo bando. Trabalho realizado em conjunto com:

Diomar Cristina Mistro¹, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.
 xxxxxxxxxxxx², Universidad, Ciudad, País.



¹e-mail: dcmistro@gmail.com

²e-mail: xxxxxxxxxxxx

Referências

- [1] BIEBER C.; RUF T. *Population dynamics in wild boar Sus scrofa: Ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers*. Journal of Applied Ecology, 42, (2005). 1203-1213 pp.
- [2] DEBERDT, A. J.; SCHERER, S. B. *O javali asselejado: ocorrência e manejo da espécie no Brasil*. Natureza & Conservação, 5, (2007). 31-44 pp.
- [3] GAMELON, M.; DOUHARD, M.; BAUBET E.; GIMENEZ, O.; BRANDT, S.; GAILLARD, J. M. *Fluctuating food resources influence developmental plasticity in wild boar*. Biology letters, 1, (2013).
- [4] HOLLAND E. P.; AERGERTER, J. N.; SMITH, G. C. *Spatial Sensitivity of a generic population model, using wild boar as a test case* Ecological Modelling, 205, (2007). 146-158 pp.
- [5] IBAMA *Ministério do meio ambiente, ministério da agricultura, pecuária e abastecimento*. Brasília, 1, (2017).
- [6] KEULING, O. *Managing wild boar - Considerations for wild boar management based on game biology data*. Technische Universität Dresden, december, (2009). @PhdThesis
- [7] NEET, C. R. *Population dynamics and management of Sus scrofa in western Switzerland: a statistical modelling approach*. Journal of Mountain Ecology, 3, (1995), 188-191 pp.
- [8] RODRIGUES, L. A.; MISTRO, D. C.; CARA, E. R.; PETROVSKAIA, N.; PETROVSKII, S. *Patchy Invasion of Stage-Structured Alien Species with Short-Distance and Long-Distance Dispersal*. Bulletin of Mathematical Biology, 77, (2015), 1583-1619 pp.
- [9] SERVANTY, S.; GAILLARD, J. M.; RONCHI, F.; FOCARDI, S.; BAUBET, E.; GIMENEZ, O. *Influence of harvesting pressure on demographic tactics: implications for wildlife management*. Journal of Applied Ecology, 48, (2011). 835-843 pp.
- [10] WALLAU, M.; DA ROSA, C. A.; DOS REIS, T.; WALLAU, C. A.; MOLINOS N.; FILHO, L. H. M. *Observations on feral hog ecology in south and southeast Brazil*. , (2016). pp.