

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

**Desenvolvimento de um modelo baseado em agentes
para investigar a conformação e evolução de padrões
populacionais de atividade física no lazer em adultos**

Leandro Martin Totaro Garcia

**Tese de doutorado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Nutrição em Saúde Pública
para obtenção do título de Doutor em Ciências.**

**Área de concentração: Nutrição em Saúde
Pública**

**Orientador: Prof. Dr. Alex Antonio Florindo
Co-orientador: Prof. Dr. André Cavalcanti
Rocha Martins**

São Paulo
2016

**Desenvolvimento de um modelo baseado em agentes para
investigar a conformação e evolução de padrões
populacionais de atividade física no lazer em adultos**

Leandro Martin Totaro Garcia

**Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Nutrição em Saúde Pública para
obtenção do título de Doutor em Ciências.**

Área de concentração: Nutrição em Saúde Pública

Orientador: Prof. Dr. Alex Antonio Florindo

**Co-orientador: Prof. Dr. André Cavalcanti Rocha
Martins**

Versão Original

São Paulo

2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida **exclusivamente** para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da tese.

AGRADECIMENTOS

Esta tese é fruto, mais do que de meu esforço, das contingências da vida, que permitiram-me estar no lugar certo, no momento certo e com as pessoas certas. Sou imensamente grato a essa incompreensível conjunção das coisas.

Aos professores Alex Florindo e André Martins, que, ao mesmo tempo, guiaram-me e deram-me a autonomia necessária para trilhar um caminho de incertezas.

Aos amigos do GEPAF, cuja heterogeneidade e interdependência nos faz crescer coletivamente.

Aos professores Ana Diez Roux, Yong Yang e Amy Auchincloss, aos colegas de trabalho na Drexel University e aos amigos da Charis House, que me acolheram e fizeram da Filadélfia o cenário ideal para o meu estágio sanduíche.

Aos professores Flávia Mori, Maria do Rosário Latorre, Rodrigo Reis, Paula Martins e Pedro Hallal, pelos preciosos *feedbacks* que melhoraram este trabalho.

Aos velhos e novos amigos. Nossas muitas interações tornaram mais dinâmica e rica a minha formação.

À Universidade de São Paulo e à Faculdade de Saúde Pública, especialmente aos professores e funcionários administrativos do Programa de Pós-Graduação em Nutrição em Saúde Pública, agentes que me permitiram aproveitar ao máximo esses quatro anos.

À CAPES e ao CNPq, sistemas que financiaram todo o meu doutoramento, dentro e fora do país.

Aos meus pais e ao meu irmão, modelos de vida e minha rede mais do que proximal.

A minha esposa Cris. A complexidade do cotidiano faz muito mais sentido com você.

Pensamos que por entendermos o que significa “um” é que entendemos o significado de “dois”, pois um e um são dois.

Mas esquecemos que precisamos entender também o “e”.

— Ensino sufi

GARCIA, L. M. T. **Desenvolvimento de um modelo baseado em agentes para investigar a conformação e evolução de padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos.**

2016. Tese - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

RESUMO

Introdução: Grande parte das ações para promover a atividade física no lazer em populações tem apresentado tamanhos de efeito pequenos ou inexistentes, ou resultados inconsistentes. Abordar o problema a partir da perspectiva sistêmica pode ser uma das formas de superar esse descompasso. **Objetivo:** Desenvolver um modelo baseado em agentes para investigar a conformação e evolução de padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos a partir da interação entre atributos psicológicos dos indivíduos e atributos dos ambientes físico construído e social em que vivem. **Métodos:** O processo de modelagem foi composto por três etapas: elaboração de um mapa conceitual, com base em revisão da literatura e consulta com especialistas; criação e verificação do algoritmo do modelo; e parametrização e análise de consistência e sensibilidade. Os resultados da revisão da literatura foram consolidados e relatados de acordo com os domínios da busca (aspectos psicológicos, ambiente social e ambiente físico construído). Os resultados quantitativos da consulta com os especialistas foram descritos por meio de frequências e o conteúdo das respostas questões abertas foi analisado e compilado pelo autor desta tese. O algoritmo do modelo foi criado no *software* NetLogo, versão 5.2.1., seguindo-se um protocolo de verificação para garantir que o algoritmo fosse implementado acuradamente. Nas análises de consistência e sensibilidade, utilizaram-se o Teste A de Vargha-Delaney, coeficiente de correlação de postos parcial, *boxplots* e gráficos de linha e de dispersão. **Resultados:** Definiram-se como elementos do mapa conceitual a intenção da pessoa, o comportamento de pessoas próximas e da comunidade, e a percepção da qualidade,

do acesso e das atividades disponíveis nos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada. O modelo representa uma comunidade hipotética contendo dois tipos de agentes: pessoas e locais em que atividade física no lazer pode ser praticada. As pessoas interagem entre si e com o ambiente construído, gerando tendências temporais populacionais de prática de atividade física no lazer e de intenção. As análises de sensibilidade indicaram que as tendências temporais de atividade física no lazer e de intenção são altamente sensíveis à influência do comportamento atual da pessoa sobre a sua intenção futura, ao tamanho do raio de percepção da pessoa e à proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada.

Considerações finais: O mapa conceitual e o modelo baseado em agentes se mostraram adequados para investigar a conformação e evolução de padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos. A influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção, o tamanho do raio de percepção da pessoa e a proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada são importantes determinantes da conformação e evolução dos padrões populacionais de atividade física no lazer entre adultos no modelo.

Palavras-chave: Atividade Física; Modelos Teóricos; Simulação por Computador; Sistemas Complexos; Modelagem Baseada em Agentes.

GARCIA, L. M. T. [**Development of an agent-based model to investigate the formation and evolution leisure-time physical activity population patterns**]. 2016. Thesis - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

ABSTRACT

Introduction: Most of the actions to promote leisure-time physical activity at the population level has shown small or null effect sizes, or inconsistent results. Approaching the problem from a systemic perspective can be one way to overcome this gap. **Objective:** To develop an agent-based model to explore how the interaction between psychological traits and built and social environments leads to the formation and evolution of leisure-time physical activity population patterns in adults. **Methods:** The modeling process consisted of three stages: development of a conceptual map, based on literature review and expert-based consultation; creation and verification of the model's algorithm; and parametrization and consistency and sensitivity analyses. The results of the literature review were consolidated and reported by search domain (psychological, social and built environment aspects). The quantitative results of the expert-based consultation were described using frequency and the content of the open-ended questions were analyzed and compiled by the author. The model's algorithm has been created using NetLogo, version 5.2.1., following a verification protocol to ensure that the algorithm has been implemented accurately. The Vargha-Delaney test, partial rank correlation coefficients, boxplots, and line and scatterplot graphs were used during the consistency and sensitivity analysis. **Results:** The elements of the conceptual map are the person's intention, the behavior of the person's social network and the community at large, and the perception of quality, access and available activities of places where leisure-time physical activity is practiced. The model is a hypothetical community with containing two types of agents: people

and places where leisure-time physical activity is practiced. People interact with each other and with the built environment, generating population temporal trends of leisure-time physical activity and intention. Sensitivity analysis indicated that the temporal trends of leisure-time physical activity and intention are highly sensitive to the influence of the person's current behavior on her future intention, the person's perception radius size, and the proportion of places where leisure-time physical activity leisure is practiced. **Final considerations:** The conceptual map and the agent-based model are suitable to investigate the formation and evolution of leisure-time physical activity population patterns in adults. The influence of the person's behavior on her intention, the person's perception radius size, and the proportion of places where leisure-time physical activity leisure is practiced seem to be important determinants of the formation and evolution of population patterns of leisure-time physical activity in this model.

Keywords: Physical Activity; Models, Theoretical; Computer Simulation; Complex Systems; Agent-based modeling.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 SISTEMAS COMPLEXOS.....	26
1.1.1 Aplicação em Epidemiologia da Atividade Física.....	31
1.2 MODELAGEM BASEADA EM AGENTES	35
1.2.1 Aplicação em Epidemiologia da Atividade Física.....	40
1.3 JUSTIFICATIVA	44
2 OBJETIVOS	47
2.1 OBJETIVO GERAL.....	47
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
3 MÉTODOS	49
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	49
3.2 ETAPAS	49
3.2.1 Elaboração do Mapa Conceitual	49
3.2.2 Criação e Verificação do Algoritmo do Modelo	54
3.2.3 Parametrização, Análise de Consistência e de Sensibilidade	56
4 RESULTADOS	61
4.1 MAPA CONCEITUAL	61
4.1.1 Revisão da Literatura	61
4.1.2 Consulta aos Especialistas	67
4.1.3 Versão Final do Mapa Conceitual	69
4.2 MODELO	73
4.2.1 Visão Geral	74
4.2.2 Conceitos do Design	76
4.2.3 Detalhes	80

4.3 PARAMETRIZAÇÃO, ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA E DE SENSIBILIDADE	91
4.3.1 Parametrização	91
4.3.2 Análise de Consistência	94
4.3.3 Análise de Sensibilidade Individualizada	98
4.3.4 Análise de Sensibilidade Global	109
5 DISCUSSÃO	119
5.1 PRESSUPOSTOS DO MAPA CONCEITUAL E DO MODELO BASEADO EM AGENTES	120
5.2 USO E VALIDADE DO MODELO BASEADO EM AGENTES	125
5.3 ANÁLISES DE CONSISTÊNCIA E SENSIBILIDADE	129
5.4 LIMITAÇÕES	134
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
REFERÊNCIAS	141
ANEXOS	155
CURRÍCULOS LATTES	185

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de agregação.....	30
Figura 2. Representação esquemática da análise de consistência	57
Figura 3. Grau de concordância dos especialistas com a sétima versão do mapa conceitual	68
Figura 4. Versão final do mapa conceitual.....	71
Figura 5. Exemplo do efeito moderador da percepção do ambiente para a prática sobre a relação entre intenção e probabilidade de praticar atividade física no lazer....	73
Figura 6. Exemplificação de uma grade ao final da inicialização.....	83
Figura 7. <i>Outputs</i> do cenário investigado do modelo obtidos a cada 52 iterações (equivalente a anualmente), sumarizados a partir 80 replicações.....	94
Figura 8. Resultados do Teste A de Vargha-Delaney para cinco e 80 replicações, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	96
Figura 9. Mediana e valor máximo dos escores do Teste A de Vargha-Delaney para cada quantidade de replicações, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	97
Figura 10. Escores do Teste A de Vargha-Delaney para a proporção de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (prop.ltpa.sites) e o desvio-padrão da qualidade desses locais (sd.ql), obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	102
Figura 11. <i>Outputs</i> do modelo para as proporções de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (prop.ltpa.sites) testadas, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	103

Figura 12. <i>Outputs</i> do modelo para os valores testados de desvio-padrão da qualidade dos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (sd.ql), obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano).....	104
Figura 13. Correlação entre a influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção (alpha.behavior) e os <i>outputs</i> do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	113
Figura 14. Correlação entre o tamanho do raio de percepção da pessoa (perception.radius) e os <i>outputs</i> do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	114
Figura 15. Correlação entre a influência do comportamento da rede proximal sobre a intenção da pessoa (alpha.network) e os <i>outputs</i> do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	115
Figura 16. Correlação entre a influência do comportamento da comunidade percebida sobre a intenção da pessoa (alpha.comm) e os <i>outputs</i> do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	116
Figura 17. Correlação entre a proporção de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (prop.ltpa.sites) e os <i>outputs</i> do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	117
Figura 18. Correlação entre a média da qualidade dos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (mean.ql) e os <i>outputs</i> do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano)	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Modificações ocorridas entre as versões do mapa conceitual	69
Quadro 2. Definição operacional dos constructos contidos na versão final do mapa conceitual.....	72
Quadro 3. Significado e pressupostos das relações contidas na versão final do mapa conceitual.....	72
Quadro 4. Atributos das pessoas e dos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada	75
Quadro 5. Parâmetros do modelo.....	89
Quadro 6. Resumo dos resultados da análise de sensibilidade individualizada	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros e espaço de valores investigados na análise de sensibilidade individualizada.....	98
Tabela 2. Parâmetros e espaço de valores investigados na análise de sensibilidade global	109
Tabela 3. Coeficientes de correlação de postos parciais obtidos a partir da análise de sensibilidade global	112

1 INTRODUÇÃO

A atividade física é ubíqua em nossos cotidianos, no decorrer de toda a nossa vida. Relaciona-se com diversos aspectos da saúde, desde o estado físico e mental das pessoas até a estruturação das relações sociais e com ambiente físico em que vivemos. Por exemplo, em um estudo feito em 27 países europeus, a prevalência de atividade física no lazer mostrou-se positivamente associada a fatores macroambientais como o Produto Interno Bruto *per capita*, gastos dos setores públicos em saúde, nível de urbanização e diversos indicadores de governança, tais como estabilidade política e participação social (VAN TUYCKOM, 2011). Ao mesmo tempo, a atividade física no lazer pode reduzir em pelo menos 20% o risco de mortalidade por todas as causas, mesmo quando o volume semanal é inferior ao recomendado (AREM et al., 2015). Ainda assim, o baixo nível de atividade física total é responsável por aproximadamente 9% das mortes por todas as causas no mundo, o que representou, em 2008, mais de cinco milhões de mortes (LEE et al., 2012).

Por conta disso, são crescentes os esforços de países e agências supranacionais para a promoção da atividade física em populações, via de regra com ênfase nos domínios do lazer e do deslocamento (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011; GLOBAL ADVOCACY COUNCIL FOR PHYSICAL ACTIVITY, 2010; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007; WORLD HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR EUROPE, 2015). No entanto, revisões sistemáticas e metanálises (ABIOYE; HAJIFATHALIAN; DANAEI, 2013; BAKER et al., 2015; BRAND et al., 2014; CAVILL; BAUMAN, 2004; CLELAND et al., 2012; CONN; HAFDAHL; MEHR, 2011; HEATH et al., 2012) apontam que grande parte das ações em nível populacional tem apresentado tamanhos de efeito pequenos ou inexistentes, ou resultados inconsistentes. Por exemplo, Conn, Hafdahl e Mehr (2011) incluíram em sua metanálise uma gama diversificada de intervenções para aumentar os níveis de atividade física

em adultos saudáveis e reportaram uma média de tamanho de efeito de 0,19 no geral e de 0,09 entre intervenções comunitárias (*grosso modo*, tamanhos de efeito em torno de 0,20 são considerados pequenos (SULLIVAN; FEINN, 2012)). O mesmo pode ser observado no capítulo sobre atividade física do *Guide to Community Preventive Services* estadunidense (2013), em que as campanhas populacionais e a criação ou melhoria de acesso a locais de prática, apesar de recorrentemente bem sucedidas e de serem recomendadas pelo guia, também apresentam efeitos populacionais menores do que o desejado. Em campanhas populacionais, o incremento mediano na proporção de pessoas que reportaram fazer atividade física, considerando todos os domínios, foi de 4,2% (intervalo interquartilico: -2,9% a 9,4%). No caso da criação ou melhoria de acesso a locais de prática, o incremento mediano na proporção de pessoas que reportaram fazer atividade física no lazer foi de 2,9% (intervalo interquartilico: -6,0% a 8,5%).

Parece, então, que algo escapa, e parte da resposta a esse problema pode estar nas abordagens utilizadas para resolvê-lo. Apesar de as ações de promoção da atividade física visarem modificar o comportamento de base populacional, em geral os esforços se concentram nos comportamentos dos indivíduos (KOHL et al., 2012). Nem sempre o conhecimento e a ação sobre os determinantes do comportamento individual levam ao entendimento e à mudança do comportamento no nível populacional (EPSTEIN, 1999). Devido a esse descompasso, embora muito tenha se aprendido sobre o que facilita e impede as pessoas a aumentar seus níveis de atividade física, pouco progresso em nível populacional tem sido documentado (KOHL et al., 2012).

A atividade física no lazer é um exemplo dessa situação. Apesar da expansão de ações de promoção da atividade física no lazer em nível populacional na última década, no mesmo período o percentual de pessoas praticando atividade física nesse domínio manteve-se estável ou aumentou pouco, em geral menos de um ponto percentual ao ano (CRUZ, 2015; JUNEAU;

POTVIN, 2010; KNUTH; HALLAL, 2009; MIELKE et al., 2014; NUNES et al., 2015; ROMÁN-VIÑAS et al., 2007; SILVA et al., 2014; STAMATAKIS; CHAUDHURY, 2008). Ao mesmo tempo, a quantidade de evidências publicadas sobre possíveis fatores determinantes e intervenções em atividade física no lazer cresceu exponencialmente (RHODES; NASUTI, 2011).

Justamente por ser um componente basilar nas ações de promoção de atividade física em populações, pelas dificuldades em se obter os resultados populacionais desejados nessas ações e por agregar uma grande e diversificada base de evidências sobre fatores associados e determinantes, é que existe uma excelente oportunidade para se olhar para a atividade física no lazer populacional a partir de outro ponto de vista. Nesse sentido, abordar os determinantes e a promoção da atividade física no lazer sob a perspectiva sistêmica pode ser um dos meios de se superar o descompasso destacado por Kohl e colaboradores (2012), pois seus fundamentos se voltam a ampliar e modificar o entendimento sobre a dinâmica do comportamento populacional.

Para tanto, deve-se reconhecer que os padrões de atividade física no lazer de uma população, assim como suas mudanças, não podem ser inferidos somente pela agregação dos comportamentos dos indivíduos. Mais do que isso, nessa perspectiva os padrões populacionais de atividade física no lazer derivariam de um sistema complexo, incluindo interações, respostas e adaptações não lineares entre elementos heterogêneos, ao mesmo tempo autônomos e interdependentes. Incorporar e entender tal complexidade poderia ajudar a compreender como se formam os padrões e as tendências populacionais de atividade física no lazer e na elaboração de ações de promoção em nível populacional, que majoritariamente ocorrem em contextos sistêmicos.

Nas próximas seções desta introdução, os aspectos de sistemas complexos mais relevantes para esta tese serão apresentados e discutidos. Também abordar-se-á como a área de Epidemiologia da Atividade Física já incorpora alguns desses conceitos, mesmo que de forma

implícita ou incompleta, e as lacunas e oportunidades ainda existentes. Por fim, serão apresentadas a modelagem baseada em agentes (MBA), método utilizado nesta tese, e a sua aplicação na área de Epidemiologia da Atividade Física.

1.1 SISTEMAS COMPLEXOS

Um sistema é um conjunto de elementos interligados, delimitado por algum tipo de fronteira real ou imaginária e com uma função ou propósito (KRESH, 2006; MEADOWS, 2008). A abordagem sistêmica tem em seu cerne a ideia de que são as interligações entre os elementos (*i.e.*, a estrutura) e o propósito do sistema, e não os elementos em si, que mais fortemente determinam as particularidades e o comportamento do sistema no decorrer do tempo (EL-SAYED et al., 2012; MEADOWS, 2008). A adoção dessa perspectiva tem implicações sobre o que se investiga a fim de se entender um sistema, reduzindo o foco sobre o detalhamento dos elementos e expandindo o olhar sobre as interações que eles mantêm entre si.

Nem todo sistema é complexo. Apesar de não haver consenso sobre as características definidoras da complexidade ou de um sistema complexo, intuitivamente identifica-se que sistemas como cidades e o cérebro, considerados complexos, pertencem a uma classe qualitativamente diferente em relação a sistemas como um relógio ou um motor de um automóvel, que por mais complicados que possam ser, não são complexos. Portanto, é possível delimitar algumas características e comportamentos frequentemente, mas necessariamente, presentes em sistemas complexos:

- a) São compostos por diversos elementos heterogêneos;
- b) Os elementos estão interligados e trocam informação entre si, tendo ao mesmo tempo algum nível de autonomia e de interdependência;

- c) As interações entre os elementos são dinâmicas e não-lineares;
- d) O comportamento atual do sistema depende da sua evolução ao longo do tempo (dependência da história);
- e) As interações entre os elementos geram estruturas e padrões sistêmicos, muitas vezes sem que haja uma entidade que atue como controle central (auto-organização);
- f) Essas mesmas interações geram propriedades e comportamentos sistêmicos, qualitativamente diferentes das características e dos comportamentos dos elementos (emergência) (EPSTEIN, 1999; HOLLAND, 2014; MITCHELL, 2009; PAGE, 2015).

Uma característica adicional de alguns sistemas complexos é que seus elementos são capazes de se adaptar e aprender em resposta às interações que mantêm com os demais elementos. Esses sistemas são chamados de adaptativos (HOLLAND, 2014).

Ao traçar um paralelo com uma cidade, torna-se mais fácil compreender essas características e comportamentos de sistemas complexos adaptativos. Em uma cidade interagem diferentes indivíduos (trabalhadores, empresários, crianças, idosos etc.) e instituições (escolas, lojas, unidades básicas de saúde, empresas etc.), agrupáveis em diferentes estruturas, níveis ou subsistemas (famílias, grupos de interesse, ruas e bairros). Note-se que as instituições são ao mesmo tempo elementos do sistema e subsistemas.

A maioria das ações e decisões dos indivíduos e instituições não é controlada diretamente pelos demais elementos do sistema, embora o processo de tomada de decisão e ação de cada elemento seja dependente das interações estabelecidas com os demais integrantes do sistema urbano, inclusive o ambiente. Mais do que isso, indivíduos e instituições adaptam seu comportamento e até mesmo o seu processo decisório de acordo com as mudanças que observam na cidade.

Fenômenos como a mobilidade urbana, os padrões populacionais de atividade física no lazer, criminalidade e de acidentes de trânsito, entre outros, podem ser considerados propriedades emergentes da cidade, já que são propriedades e comportamentos sistêmicos configurados a partir das interações que os elementos mantêm entre si. Por fim, as propriedades e os comportamentos atuais da cidade são também dependentes da evolução das suas características e condições passadas.

Outra propriedade importante em sistemas complexos é um tipo especial de interação entre os elementos, chamado de ciclo de *feedback*. Ele é formado quando a mudança no estado de um elemento influencia as interações que ele mantém, afetando o seu estado futuro (MEADOWS, 2008; STERMAN, 2000). Por exemplo, uma pessoa que passa a sentir fome (mudança de estado) busca alimentar-se (mudança na interação com os alimentos disponíveis) até estar saciado. Esse é um exemplo de ciclo de *feedback* negativo ou estabilizador, em que o objetivo é retornar ao estado anterior à mudança. Existe também o ciclo de *feedback* positivo ou de reforço, em que o estado do elemento continua a mudar (em geral a crescer ou diminuir) a uma certa taxa (MEADOWS, 2008; STERMAN, 2000). Por exemplo, quanto mais satisfação sente-se ao praticar uma atividade, mais pratica-se a atividade e mais satisfação se sente.

Em sistemas complexos com diversos elementos, vários ciclos de *feedback* podem existir e cada elemento pode estar envolvido em diversos deles, gerando uma rede intrincada de interações e regulações. A existência de diversos ciclos de *feedback* operando por meio de diversos mecanismos, em diferentes escalas temporais e até mesmo de forma redundante, tem importante papel na peculiar resiliência dos sistemas complexos, isto é, a capacidade de se adaptarem, autorregular e persistirem em um ambiente variável e imprevisível (MEADOWS, 2008; MILLER; PAGE, 2007).

Os ciclos de *feedback* também têm papel de destaque na sustentação de outra ideia fundamental da abordagem sistêmica, a de que sistemas complexos produzem seu próprio

comportamento ao longo do tempo. Isto significa que o comportamento de sistemas complexos pode até ser disparado ou constringido por forças externas, mas as respostas desses sistemas a essas forças é uma característica intrínseca a eles (MEADOWS, 2008). A autodeterminação do comportamento dos sistemas complexos é possível, ao menos em parte, por conta dos ciclos de *feedback* que regulam e orientam o seu comportamento. Sob esse ponto de vista, intervir no comportamento de um sistema complexo sem compreender e considerar a estrutura, os processos e os mecanismos que o permeiam é, em geral, pouco efetivo em longo prazo. Por exemplo, proibir a circulação de alguns automóveis particulares em certos horários e regiões (*i.e.*, o rodízio) como ação isolada para reduzir congestionamentos pode funcionar em curto prazo, mas se o automóvel particular for o melhor meio de se deslocar na cidade, pessoas e empresas vão responder ao novo cenário comprando mais carros para poderem escapar da proibição, e a nova regra perderá efetividade em médio e longo prazo.

Talvez a característica mais marcante de sistemas complexos seja a produção de resultados agregados muitas vezes não intuitivos ou paradoxais, isto é, contrários ao que seria esperado quando se considera o que se sabe acerca das características e comportamentos dos elementos (HOLLAND, 2014; PAGE, 2015). A Figura 1 aponta dois mecanismos pelos quais isso pode ocorrer. Primeiro, em sistemas complexos a agregação pode produzir estruturas, padrões, funcionalidades e propriedades no nível macro que não existem no nível micro. Esse fenômeno é chamado de auto-organização, quando se refere a estruturas ou padrões, ou emergência, ao referir-se a novas funções e propriedades. Em segundo lugar, existem dinâmicas no nível macro que não dependem completamente do que ocorre no nível micro.

Em decorrência desses dois mecanismos, fenômenos no nível macro não necessariamente estão alinhados ao que se espera quando se observa as ações no nível micro (PAGE, 2015). Por exemplo, se em um determinado momento uma quantidade muito grande de pessoas decidir usar o automóvel para chegar de forma mais rápida aos seus destinos (ação micro), o estado

agregado do sistema pode ser um congestionamento e, na média, maior tempo de deslocamento para toda a população (fenômeno macro).

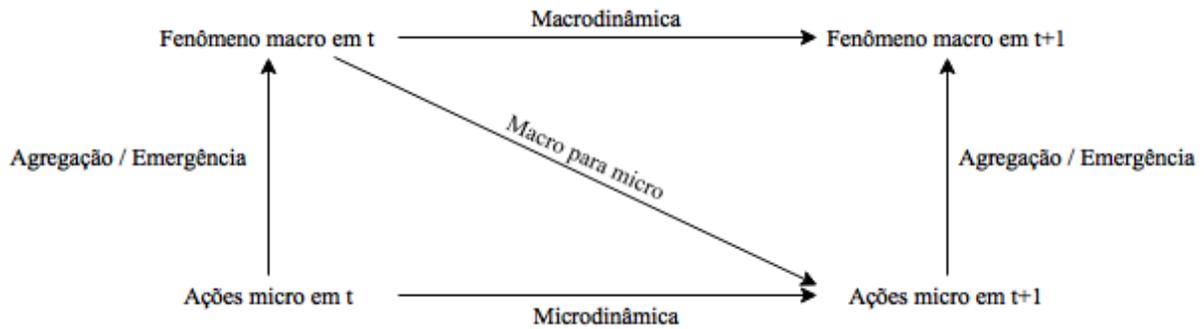


Figura 1. Diagrama de agregação. Fonte: Page (2015).

Ressalte-se que a adoção de uma abordagem sistêmica não significa defender o emergentismo clássico, que tem como princípio a impossibilidade de explicar ou deduzir fenômenos emergentes a partir de níveis mais fundamentais (EPSTEIN, 1999). Como a Figura 1 aponta, os fenômenos no nível macro são também gerados e sustentados pelas interações e ações que ocorrem no nível micro (EPSTEIN, 1999; PAGE, 2015). De fato, os passos no processo de se entender sistemas complexos passam por obter:

- a) Pressupostos sobre as ações no nível micro que se adequem aos dados empíricos;
- b) Ações e interações no nível micro que produzam os atributos sistêmicos;
- c) Atributos sistêmicos que equivalham aos dados empíricos sobre o sistema (EPSTEIN, 1999; PAGE, 2015).

Por outro lado, diferentemente do reducionismo metodológico, o foco da abordagem sistêmica não está no entendimento detalhado das partes, mas na estrutura e dinâmica que permeiam o sistema, a fim de entender o todo (MITCHELL, 2009). Nesse sentido, ambas as abordagens podem ser utilizadas de forma complementar para entender de forma mais completa diversos fenômenos.

1.1.1 Aplicação em Epidemiologia da Atividade Física

A Epidemiologia é a área de conhecimento que se dedica ao estudo da ocorrência, da distribuição e dos fatores determinantes dos eventos relacionados com a saúde em populações (PEREIRA, 1995). A Epidemiologia da Atividade Física é uma das suas subáreas, cuja consolidação no campo acadêmico iniciou-se em meados do século XX e que atualmente tem como objetivos:

- a) Estudar a frequência, a distribuição e os determinantes da atividade física em populações humanas;
- b) Analisar como a atividade física está associada ou determina outros eventos em saúde;
- c) Gerar evidências para a promoção da saúde e de modos de vida mais ativos (GARCIA; FLORINDO, 2014; HALLAL; FLORINDO, 2011).

Percebe-se, pelos seus objetivos, que a Epidemiologia da Atividade Física é permeada por uma perspectiva sistêmica, talvez pouco explorada ainda. A atividade física é um elemento em uma rede de interações com outros elementos que a influenciam e por ela são influenciados. Populações humanas são sistemas. Frequência, distribuição e evolução temporal de níveis de atividade física podem ser vistos como aspectos auto-organizativos ou emergentes de um sistema como uma cidade.

Essa perspectiva, mesmo que adotada de forma implícita ou incompleta, não é inédita na área. Por exemplo, LaMonte e Ainsworth escreveram, em 2001, que a “atividade física é uma variável de exposição complexa e multidimensional” (LAMONTE; AINSWORTH, 2001). Mais recentemente, Gabriel, Morrow e Woolsey (2012) elaboraram um quadro conceitual considerando os aspectos comportamentais e fisiológicos do movimento humano, partindo do pressuposto de que a atividade física é um “comportamento complexo e multidimensional”. Em

ambos os casos, os autores adotam uma visão de que a atividade física, seja no nível individual ou populacional, é ao mesmo tempo multifacetada e influenciada por uma rede de elementos que interagem de forma dinâmica.

A Epidemiologia da Atividade Física vem transitando de teorias e modelos que enfatizavam a influência de fatores psicológicos sobre o comportamento para uma abordagem ecológica. Um dos princípios dessa abordagem é a existência de diversos domínios de influência sobre o comportamento, como o intrapessoal, o interpessoal, o ambiente físico e o político, entre outros (BAUMAN et al., 2012; SALLIS et al., 2006). O modelo ecológico reconhece também que os indivíduos são parte de sistemas sociais maiores e que as interações entre indivíduos e ambientes são fundamentais para os eventos em saúde (SALLIS et al., 2006).

Diversos estudos têm encontrado associação entre prática de atividade física no lazer ou como forma de deslocamento e várias propriedades do ambiente físico construído, como uso misto do solo, conectividade das ruas, acesso a locais de recreação, densidade residencial, características estéticas e infraestrutura de transporte (BAUMAN et al., 2012; DING et al., 2013; DURAND et al., 2011; SUGIYAMA et al., 2014). Aspectos do ambiente social, como posição socioeconômica (BEENACKERS et al., 2012), normas, redes sociais, suporte social e outros componentes do capital social (GILBERT et al., 2013; SAMUEL; COMMODORE-MENSAH; HIMMELFARB, 2014) parecem estar relacionados com diversos eventos em saúde, inclusive a prática de atividade física no lazer, como forma de deslocamento e total. A prevalência de atividade física no lazer de um país pode também estar associada a fatores macroambientais, como o seu Produto Interno Bruto *per capita*, nível de urbanização e indicadores de governança (VAN TUYCKOM, 2011). Essas evidências somam-se àquelas mais consolidadas sobre a influência de constructos cognitivos e afetivos sobre a adoção e a manutenção da prática de atividade física, especialmente no lazer, como autoeficácia, intenção (AMIREAULT; GODIN; VÉZINA-IM, 2013; YOUNG et al., 2014), hábito (RHODES;

DICKAU, 2013), motivação e satisfação (RHODES; FIALA; CONNER, 2009; TEIXEIRA et al., 2012).

Vários dos princípios de uma perspectiva mais ecológica e sistêmica também permeiam as ações de promoção de atividade física atuais. Por exemplo, reconhece-se que ações que alteram a cidade favorecendo um modo de vida mais ativo podem alcançar cobenefícios como melhora do clima urbano, redução de incidência de doenças mentais, prevenção de acidentes de trânsito e menor emissão de poluentes (KOHL et al., 2012; RYDIN et al., 2012; SALLIS et al., 2015; WHITMEE et al., 2015), por meio das interações entre os diversos elementos que influenciam a saúde urbana. Documentos como o *Guide to Community Preventive Services* estadunidense (2013) e guias da Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007; 2009) sugerem ações de promoção da atividade física em diferentes níveis (ou subsistemas), como escolas, locais de trabalho e na atenção primária à saúde, e que variam desde a reorganização do tecido urbano e da oferta de possibilidades de recreação a campanhas educativas e aconselhamento individual.

No entanto, a Epidemiologia da Atividade Física ainda incorpora de forma muito incipiente a abordagem sistêmica e mesmo o modelo ecológico. A área tem dado mais foco a identificar a multiplicidade de fatores, nos mais diversos níveis, que influenciam a atividade física (elementos do sistema) do que às interações que eles mantêm entre si, aspecto fundamental tanto da abordagem sistêmica (EL-SAYED et al., 2012; MEADOWS, 2008) como do modelo ecológico (RICHARD; GAUVIN; RAINE, 2011).

Talvez a principal barreira para a incorporação das demais facetas da perspectiva sistêmica pela Epidemiologia da Atividade Física seja a abordagem metodológica predominante na área, que se concentra em isolar efeitos, tem como unidade de análise os indivíduos e tem dificuldade em lidar com ciclos de *feedback* e interações dinâmicas e não-lineares (DIEZ ROUX, 2007; EL-SAYED et al., 2012; GALEA; RIDDLE; KAPLAN, 2010).

Se por um lado esses métodos permitem um entendimento detalhado desses efeitos isolados, por outro limitam a capacidade de se apropriar e entender melhor a rede de interações entre os elementos, os processos e a dinâmica que compõem o sistema e por meio dos quais emergem os padrões populacionais de atividade física.

Essa é, ao menos em parte, a raiz do descompasso que Kohl e colaboradores (2012) observaram entre a concentração de esforços para entender o que influencia a atividade física dos indivíduos e o pouco progresso em modificar os padrões populacionais de atividade física. A solução desse paradoxo passa por incorporar a ideia de que uma população é um sistema e que os padrões e as tendências temporais de atividade física são manifestações da sua estrutura e dinâmica, em oposição à simples agregação aditiva de ações e efeitos de seus elementos (DIEZ ROUX, 2007). O âmago desse desafio é lidar adequadamente com a complexidade desses sistemas e seus fenômenos, resultado não apenas da natureza heterogênea e quantidade dos elementos envolvidos, mas principalmente das interações entre eles. Entremear esses elementos amplia a compreensão sobre as causas e os múltiplos processos da dinâmica sistêmica (BURKE et al., 2015; GALEA; RIDDLE; KAPLAN, 2010; GILES-CORTI; KING, 2009; LUKE; STAMATAKIS, 2012).

Além de expandir o entendimento sobre os padrões populacionais de atividade física, a inclusão mais consistente da abordagem sistêmica na Epidemiologia da Atividade Física pode aumentar a capacidade em orientar intervenções concretas e efetivas em nível populacional, cujos contextos são eminentemente complexos (BURKE et al., 2015; GALEA; RIDDLE; KAPLAN, 2010). Por exemplo, em vez de se buscar alterar elementos do sistema (abordagem comum e ao mesmo tempo uma das menos efetivas) pode-se organizar ações que alterem as regras (*e.g.*, redução do Imposto Predial e Territorial Urbano para quem manter a sua calçada em boas condições de uso), os objetivos (*e.g.*, eliminar desigualdades de acesso a locais de prática de atividade física no lazer) e até mesmo os paradigmas sob os quais o sistema funciona

(CAREY; CRAMMOND, 2015; MEADOWS, 2008). Ações em diferentes níveis e de diferentes tipos podem ser desenhadas para funcionar sinergicamente ou a fim de evitar efeitos indesejáveis, considerando os ciclos de *feedback* e as interações que ocorrem além dos limites dos subsistemas (STERMAN, 2006). Também pode-se pensar em usar a estrutura da rede social de uma comunidade para disseminar de forma mais eficiente informações, normas ou até mesmo comportamentos (CHRISTAKIS; FOWLER, 2007; HUNTER et al., 2015; KIM et al., 2015).

Não se deve esperar que a abordagem sistêmica seja a panaceia das questões enfrentadas atualmente pela Epidemiologia da Atividade Física, mas a sua adoção de forma mais plena, sistemática e contundente pode ajudar a romper alguns limites teórico-analíticos e de intervenção que a área vem confrontando.

1.2 MODELAGEM BASEADA EM AGENTES

A modelagem baseada em agentes (MBA) é um dos métodos disponíveis para a modelagem de sistemas complexos. Nela, um sistema é representado por um modelo composto por entidades autônomas, denominadas agentes, e o ambiente em que elas vivem. Cada agente é dotado de capacidade decisória independente dos demais, estipulada por meio de um conjunto de regras para agir a partir das percepções quanto ao ambiente e às interações com os demais agentes (BONABEAU, 2002; GILBERT; TROITZSCH, 2005).

Nesses modelos, é possível incluir diferentes tipos de agentes representando pessoas, famílias, escolas, empresas, lojas, entidades governamentais e outros elementos considerados relevantes ao sistema (GILBERT; TROITZSCH, 2005; MILLER; PAGE, 2007). De acordo

com Wooldridge e Jennings (1995), os agentes de um modelo apresentam ao menos as seguintes características:

- a) Autonomia: cada agente se comporta sem que os demais tenham controle direto sobre suas ações e estados internos;
- b) Habilidade social: os agentes interagem uns com os outros;
- c) Reatividade: os agentes são capazes de perceber seu ambiente e responder a ele;
- d) Proatividade: os agentes também são capazes de se engajar em ações tendo em vista um objetivo definido.

Na MBA, especifica-se o modelo pela descrição dos agentes (atributos, distribuição espacial, comportamentos, regras para tomada de decisão e mecanismos de interação entre si e com ambiente) e das características do ambiente (tamanho, recursos disponíveis, acessibilidade aos diferentes agentes ou outras propriedades desejáveis) (GILBERT; TROITZSCH, 2005; RAILSBACK; GRIMM, 2012). A especificação do modelo resulta em um algoritmo, que é executado uma vez a partir de um estado inicial dos elementos do sistema resultando em um novo estado do sistema e seus elementos (primeira iteração), gerado a partir das interações e decisões dos agentes. Em seguida, o algoritmo é executado novamente, usando o novo estado do sistema como *input*, gerando novas alterações (segunda iteração). As sucessivas iterações do algoritmo representam as repetitivas interações entre os agentes do modelo, concomitantemente às interações entre agentes e seu ambiente, permitindo observar os processos dinâmicos existentes nos sistemas emulados e os padrões comportamentais macroscópicos gerados.

O conjunto formado pelo algoritmo que expressa o modelo e um determinado arranjo de parâmetros e condições iniciais é chamado de cenário. Uma vez que os *outputs* de um cenário podem ser diferentes a cada simulação, o mesmo cenário é executado diversas vezes num processo chamado de replicação, a fim de obter um conjunto robusto de *outputs* que permita

identificar o comportamento mais comum e a variabilidade esperada (RAILSBACK; GRIMM, 2012). Caso sejam realizadas várias replicações partindo de cenários distintos, é possível obter um conjunto de *outputs* mais abrangente e representativo da dinâmica do sistema.

Um dos principais *outputs* da MBA é a evolução do estado do sistema e dos seus elementos, que pode ser observada de diversas formas. Por exemplo, pode-se obter planilhas ou gráficos com indicadores globais do sistema (ou de um subgrupo de agentes) em função do cenário e do tempo. Também é possível visualizar os padrões espaciais sistêmicos e dos elementos em tempo real, enquanto as iterações ocorrem, e a configuração espacial final do sistema. É com base nesses dados, obtidos a partir da replicação de diferentes cenários, que é possível explorar e interpretar os padrões e comportamentos do sistema e os processos que os fazem emergir.

Uma das principais características da MBA refere-se à necessidade de especificar de forma explícita no algoritmo os fundamentos para operacionalizar o modelo, o que exige um debate quanto aos elementos e processos potencialmente envolvidos no sistema e problema em investigação (AUCHINCLOSS; ROUX, 2008; EL-SAYED et al., 2012; GILBERT; TERNA, 2000). Isso se traduz em uma das principais vantagens da MBA: a possibilidade de identificar os processos que originam regularidades e fenômenos emergentes observados nos sistemas, comparando os *outputs* das simulações aos padrões identificados na realidade.

Outro ponto positivo decorrente do tipo de especificação utilizada na MBA é a maior naturalidade na descrição e simulação de um sistema complexo (BONABEAU, 2002), como é o caso de sistemas sociais humanos, pois:

- a) A população é heterogênea e cada indivíduo é autônomo e potencialmente diferente;
- b) Os agentes apresentam comportamentos complexos, como reatividade, proatividade, aprendizagem e adaptação;

- c) As interações entre os agentes são complexas, não lineares e heterogêneas;
- d) O ambiente/espço é fundamental.

Em diversos aspectos, a flexibilidade operacional da MBA também é vantajosa. É fácil gerar novos cenários adicionando agentes em um modelo, assim como ajustando atributos, capacidade de aprendizado, regras de interação e processos de decisão dos agentes. Também é possível alterar níveis de agregação dos agentes ou modificar o ambiente no qual estão inseridos (BONABEAU, 2002).

Por outro lado, como qualquer outro método, a MBA apresenta limitações e necessita de cuidados em sua aplicação. Primeiro, assim como em qualquer processo de modelagem, é necessário construir o modelo com nível apropriado de detalhes descritivos para atender ao seu propósito (EL-SAYED et al., 2012; MILLER; PAGE, 2007). Pelas suas características e flexibilidade, a MBA pode ser uma armadilha àqueles que veem nela uma oportunidade de elaborar modelos altamente complicados. A ausência ou o excesso de parâmetros podem conduzir à obtenção de um modelo inapropriado ou incorreto, resultados óbvios (modelo determinístico simplificado) ou com baixo potencial analítico quanto à causalidade do fenômeno analisado (modelo com excesso de elementos espúrios ao fenômeno em estudo) (MILLER; PAGE, 2007). Outro problema importante é o sobreajuste, que ocorre quando o modelo é altamente preciso em relação a um conjunto específico de dados, mas é uma inadequada generalização ou representação da realidade. O sobreajuste pode ser causado pelo excesso de parâmetros ou pela tentativa de reproduzir muito precisamente no modelo os padrões observados em um local ou população particular (RAILSBACK; GRIMM, 2012).

Deve-se lembrar que um modelo é a descrição simplificada de um fenômeno ou sistema, a partir do qual se pretende entender, explicar e/ou fazer previsões sobre o fenômeno ou sistema-alvo (MILLER; PAGE, 2007). Ao se criar um modelo, tenta-se capturar o conjunto fundamental de elementos, processos e interações envolvidos no fenômeno ou sistema-alvo. O

sucesso de um modelo está relacionado ao seu homomorfismo, isto é, a sua capacidade de capturar o comportamento real do fenômeno ou sistema-alvo. Obter homomorfismo perfeito é muito difícil na prática e modelos imperfeitos podem ter grande valor, desde que apresentem homomorfismo útil (MILLER; PAGE, 2007).

Um importante desafio em MBA é buscar embasamento dos modelos em evidências empíricas ou fundamentos teóricos confiáveis para estabelecer as relações dos agentes entre si e com o ambiente, pois nem sempre é possível obter informações suficientes para estipular determinados parâmetros (YANG et al., 2012). Devido à variabilidade da acurácia e da completude dos dados necessários para desenvolver alguns modelos, em determinados casos há pouca possibilidade de obter resultados quantitativos suficientemente robustos para serem utilizados em tomadas de decisão ou previsões de probabilidade de estados futuros do sistema complexo em análise (BANKES, 2002; EL-SAYED et al., 2012). Também pode ser difícil avaliar a qualidade de modelos baseados em agentes, uma vez que sua especificação e resultados muitas vezes não são diretamente comparáveis a outros métodos, dados seu caráter sistêmico e seu foco nos processos (EL-SAYED et al., 2012).

Por fim, há limitações práticas no desenvolvimento de modelos baseados em agentes decorrentes da própria natureza da MBA, tendo em vista a necessidade computacional intensiva para descrever, simular e atualizar o comportamento dos agentes individualmente, do ambiente e das interações entre elementos do sistema (BONABEAU, 2002). Algumas vezes, isso requer bastante tempo e equipamentos adequados para modelagens de grande porte. No entanto, atualmente, a maioria dos computadores pessoais tem capacidade suficiente para simular modelos de pequeno e médio porte.

1.2.1 Aplicação em Epidemiologia da Atividade Física

A MBA é bem estabelecida em algumas áreas do conhecimento, como Biologia, e vem crescendo de forma rápida em outras, como Economia e Sociologia. Na Saúde Pública, historicamente ela tem sido utilizada em modelos de doenças transmissíveis e epidemias (LUKE; STAMATAKIS, 2012). Mas foi só nos últimos anos que a MBA cresceu de forma mais significativa na área, fazendo parte de um movimento mais enfático na tentativa de incorporar o estudo interdisciplinar de sistemas e, em especial, dos sistemas complexos (MAGLIO; MABRY, 2011).

A MBA tem sido cada vez mais utilizada para investigar como processos dinâmicos envolvendo ambientes físicos e sociais influenciam a saúde de populações (AUCHINCLOSS; ROUX, 2008), principalmente em tópicos relacionados a comportamentos em saúde e doenças crônicas (LUKE; STAMATAKIS, 2012; NIANOGO; ARAH, 2015). Alguns exemplos são atividade física como forma de deslocamento em adultos (YANG et al., 2011) e crianças (YANG; DIEZ ROUX, 2013), hábitos alimentares (AUCHINCLOSS et al., 2011), disseminação de obesidade (HAMMOND; ORNSTEIN, 2014) e desenvolvimento de comportamentos de risco na adolescência, como consumo de drogas ilícitas e bebidas alcoólicas (SCHUHMACHER; BALLATO; VAN GEERT, 2014). No entanto, o uso da MBA na Saúde Pública ainda é incipiente frente às potencialidades que apresenta.

O mesmo se pode dizer quanto ao seu uso em Epidemiologia da Atividade Física. Uma revisão da literatura (NIANOGO; ARAH, 2015) encontrou apenas seis artigos nessa área publicados até julho de 2014 (JIN; WHITE, 2012; YANG et al., 2014; YANG; DIEZ ROUX, 2013; YANG et al., 2011; 2012; YIN, 2013). Na revisão da literatura para esta tese, foram encontrados mais dois artigos publicados após esse período (YANG et al., 2015; ZHANG, J. et al., 2015).

Algumas características se sobressaem desse conjunto de oito artigos. Todos foram publicados a partir de 2011. Sete se referem à atividade física como forma de deslocamento (JIN; WHITE, 2012; YANG et al., 2015; YANG et al., 2014; YANG; DIEZ ROUX, 2013; YANG et al., 2011; 2012; YIN, 2013) e um trata sobre intervenções em redes de sociais de crianças em *afterschool care*, para incentivar a prática de atividade física nos períodos livres (*i.e.*, sem atividades estruturadas) (ZHANG, J. et al., 2015). Cinco trabalhos se basearam em modelos estilizados, isto é, não estavam ancorados ou se referiam a uma localidade ou população específica, mas representavam generalizações do fenômeno sendo estudado (YANG et al., 2015; YANG et al., 2014; YANG; DIEZ ROUX, 2013; YANG et al., 2011; 2012). Dois se referiam às cidades de Ottawa (JIN; WHITE, 2012) e Buffalo (YIN, 2013) e um a crianças de dois *afterschool care* estadunidenses (ZHANG, J. et al., 2015). Três emulam o comportamento de crianças (YANG et al., 2014; YANG; DIEZ ROUX, 2013; ZHANG, J. et al., 2015). Cinco trabalhos foram publicados pelo mesmo grupo de pesquisa (YANG et al., 2015; YANG et al., 2014; YANG; DIEZ ROUX, 2013; YANG et al., 2011; 2012)

Quanto à implementação dos modelos, todos os autores incluíram ciclos de *feedback*. Em todos os modelos sobre atividade física como forma de deslocamento (JIN; WHITE, 2012; YANG et al., 2015; YANG et al., 2014; YANG; DIEZ ROUX, 2013; YANG et al., 2011; 2012; YIN, 2013), tanto o ambiente físico como o social tinham papel importante na dinâmica do modelo. No modelo sobre intervenções em redes sociais de crianças (ZHANG, J. et al., 2015), somente o ambiente social foi incluso. Todos os autores usaram dados empíricos para definir os valores de alguns parâmetros de seus modelos. Também validaram os modelos comparando os *outputs* com dados do sistema real que buscavam emular. Por fim, cinco trabalhos (YANG et al., 2015; YANG et al., 2014; YANG; DIEZ ROUX, 2013; YANG et al., 2012; ZHANG, J. et al., 2015) tinham um viés intervencionista, simulando cenários contrafatuais para identificar em que situações a promoção da atividade física seria mais efetiva.

Percebe-se que o uso da MBA ainda é incipiente e restrito na Epidemiologia da Atividade Física, tanto em quantidade quanto em escopo. Há somente um grupo de pesquisa publicando consistentemente trabalhos usando esse método, todos sobre atividade física como forma de deslocamento. Por outro lado, todos os autores têm aproveitado o potencial do método para explorar as interdependências entre ambiente físico, ambiente social e comportamento individual na configuração dos padrões populacionais. É interessante ressaltar que a maioria dos trabalhos vai além da investigação dos processos que geram os padrões sistêmicos e testa cenários ou ações alternativas em que os níveis de atividade física poderiam ser incrementados de forma mais efetiva. No entanto, essas intervenções têm um caráter ainda mais teórico do que aplicado.

Apesar de um dos fundamentos atuais da Epidemiologia da Atividade Física ser o reconhecimento da prática de atividade física como um fenômeno complexo, dependente de fatores intrapessoais, interpessoais e contextuais (BAUMAN et al., 2012; SALLIS et al., 2006), pouco sabemos ainda sobre como esses fatores interagem. É nessa lacuna epistemológica e metodológica que a MBA pode ser mais útil, pois permite uma forma mais natural de descrever o sistema e de entender como os padrões populacionais de prática de atividade física emergem a partir da interação desses fatores, centrando a atenção em processos interdependentes em vez de associações independentes entre variáveis (AUCHINCLOSS; ROUX, 2008).

Além de poder ajudar a entender e explicar quais são os processos que dão origem aos padrões populacionais de atividade física, a MBA pode ser uma estratégia para avaliar o impacto de intervenções hipotéticas que visem modificar esses padrões, algo difícil de realizar em escala populacional no mundo real. Mais do que isso, pode ajudar a identificar em que situações essas intervenções seriam mais eficazes. A MBA permite analisar diversos cenários alternativos de forma mais fácil, rápida e viável do que estudos experimentais de larga escala, que por vezes necessitam de grande quantidade de indivíduos ou mesmo comunidades inteiras.

Esse tipo de informação pode ser de grande valia nas definições de políticas públicas de promoção da atividade física, mesmo quando dados quantitativos precisos não podem ser obtidos como resultados das simulações (BANKES, 2002; DESOUZA; LIN, 2011).

Assim, a MBA tem duas potenciais aplicações na Epidemiologia da Atividade Física:

- a) No plano teórico-conceitual, auxiliando na compreensão e explicação de processos dinâmicos que resultam em padrões populacionais de atividade física;
- b) No plano prático-translacional, ajudando a prever possíveis padrões de evolução do sistema e avaliar o impacto de potenciais cenários alternativos sobre a evolução da prática de atividade física em nível populacional, algo difícil de implementar em escala no mundo real (AUCHINCLOSS; ROUX, 2008; BANKES, 2002; EL-SAYED et al., 2012).

Apesar de a MBA permitir pensar de forma ampliada e talvez mais realista sobre os processos complexos que levam à formação dos padrões populacionais de atividade física, deve-se ter clareza de que ela não deve ser considerada a estratégia definitiva ou única para estudar esse fenômeno, mas complementar os métodos já vigentes. Por exemplo, as abordagens epidemiológicas contemporâneas são excelentes formas de identificar o que ocorre em nível populacional, enquanto a MBA possibilita analisar possíveis processos e dinâmicas que levam a tais fenômenos populacionais. Por isso, a MBA deve ser somente uma das estratégias para se entender os padrões populacionais de atividade física, conjuntamente com outras abordagens quantitativas (observacionais e experimentais) e qualitativas.

1.3 JUSTIFICATIVA

Há algum tempo, pesquisadores em Epidemiologia da Atividade Física vêm buscando abordar outros determinantes da atividade física no lazer além dos comportamentais e cognitivos, como os do ambiente físico e social. É uma primeira aproximação em direção a uma abordagem mais sistêmica. Contudo, modelos que priorizam o comportamento de indivíduos ainda predominam, apesar de parecerem insuficientes para entender e alterar os níveis populacionais de atividade física no lazer. Isso leva a um descompasso entre as mudanças almejadas e obtidas em nível populacional.

Uma nova abordagem para o problema, baseada em uma visão sistêmica e mais preocupada com os processos e interações, pode ajudar a entender como se configuraram e evoluem os padrões populacionais de atividade física no lazer e a encontrar novas formas de alterá-los. Atualmente, tal abordagem é facilitada pela MBA, mas seu uso na Epidemiologia da Atividade Física é incipiente e focada somente para estudar os padrões de caminhada como forma de deslocamento.

Uma nova frente voltada à prática de atividade física no lazer é necessária, uma vez que é um dos pilares da maioria das ações de promoção da atividade física em nível populacional, ao mesmo tempo que poucas dessas ações alcançam os resultados desejados. Ademais, o domínio do lazer conta com vasta quantidade e abrangência de evidências para subsidiar o processo de modelagem, ao mesmo tempo que a modelagem pode indicar que lacunas ainda existem para entender as inter-relações entre os determinantes da atividade física no lazer e novos olhares para intervir.

Este trabalho é o primeiro passo do autor desta tese no processo de sintetizar e inter-relacionar evidências, gerar novas hipóteses e ampliar a compreensão sobre os processos dinâmicos envolvidos no surgimento e evolução dos padrões populacionais de atividade física

no lazer em adultos, sob uma perspectiva sistêmica. Ao mesmo tempo, espera-se que o trabalho e o modelo sirvam como material de apoio para outros empreendimentos semelhantes e que sejam aperfeiçoados e adaptados para ajudar na tomada de decisão em contextos e situações reais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um modelo baseado em agentes estilizado que permita investigar a conformação e evolução de padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos a partir da interação entre atributos psicológicos dos indivíduos e atributos dos ambientes físico construído e social em que vivem.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Elaborar um mapa conceitual sobre a interação entre atributos psicológicos dos indivíduos e dos ambientes físico construído e social em que vivem.
- b) Construir um modelo baseado em agentes com base no mapa conceitual.
- c) Analisar a sensibilidade do modelo aos seus parâmetros.

3 MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa exploratória, em que se desenvolveu um modelo baseado em agentes como meio de experimentação teórica, com o objetivo de alargar a teoria e testar hipóteses sobre processos fundamentais do fenômeno estudado.

O processo de modelagem foi composto por três etapas: elaboração do mapa conceitual, criação e verificação do algoritmo do modelo a partir do mapa, e parametrização, análise de consistência e de sensibilidade.

3.2 ETAPAS

3.2.1 Elaboração do Mapa Conceitual

Para que o modelo fosse consistente com os elementos e processos fundamentais que operam na realidade, a primeira etapa da modelagem foi a elaboração de um mapa conceitual (*i.e.*, representação visual dos elementos e processos que compõem o sistema/fenômeno em estudo) que servisse de subsídio para construir o algoritmo.

Buscou-se abarcar os principais elementos e processos psicológicos e ambientais que podem estar envolvidos no surgimento de padrões populacionais de prática de atividade física no lazer em adultos. O mapa conceitual foi construído num processo de quatro passos:

- a) Criou-se a primeira versão do mapa a partir do conhecimento acumulado sobre o fenômeno pelo autor desta tese até aquele momento (Anexo 1);

- b) Modificou-se o mapa iterativamente a partir de informações obtidas por revisão da literatura;
- c) A sétima versão do mapa foi enviada a 40 especialistas ao redor do mundo nos campos abarcados pelo mapa para que fosse avaliada;
- d) Gerou-se a versão final do mapa (décima, apresentada na seção 4.1.3), considerando a avaliação dos especialistas e novas informações da literatura.

Revisão da literatura

As buscas tiveram como objetivo consolidar, retirar, incluir ou modificar conceitos e relações do mapa conceitual. Pela natureza e objetivo da tarefa e pela necessidade de maior flexibilidade para encontrar e refletir sobre elementos e relações não previstos inicialmente, decidiu-se realizar uma revisão não sistemática da literatura. No começo do processo, buscas manuais foram realizadas em artigos e livros contidos na biblioteca do autor da tese e buscas eletrônicas conduzidas nas bases de referências PubMed, Scopus, EBSCO e Web of Science, usando termos relacionados à prática de atividade física no lazer e aos conceitos já presentes na 1ª versão do mapa conceitual. Novas fontes de informação foram paulatinamente adicionadas em um processo de bola de neve (GOODMAN, 1961) a partir da leitura das fontes já selecionadas e de alertas eletrônicos semanais enviados pelas bases eletrônicas consultadas, ou a partir de novas buscas sobre um tópico inicialmente não previsto. As buscas ativas sobre um tópico finalizavam quando havia suficiente confiança para consolidar, retirar, incluir ou modificar o conceito ou relação em investigação no mapa conceitual.

Para essa revisão da literatura buscaram-se teorias e modelos que englobassem a interação entre atributos psicológicos dos indivíduos, os ambientes físico construído e social e o comportamento humano, especialmente relacionados à atividade física no lazer. Buscaram-se também metanálises e revisões sistemáticas que analisassem elementos e processos candidatos

a entrar no modelo a ser desenvolvido. Os tamanhos de efeito reportados pelas metanálises foram interpretados como pequenos ($\sim 0,2$), médios ($\sim 0,5$), grandes ($\sim 0,8$) e muito grandes ($\sim 1,3$ ou maior) (SULLIVAN; FEINN, 2012). Estudos originais foram consultados em menor escala, principalmente na ausência dos demais tipos de trabalho. Sempre que pertinente, cuidou-se para que as informações se referissem à atividade física no lazer e à população adulta. Uma vez que o modelo não representa as condições específicas de uma determinada localidade, não houve delimitação geográfica para as buscas.

Esse processo foi conduzido até a elaboração da versão final do mapa, mas a sua maior parte ocorreu até a elaboração da sétima versão, enviada aos especialistas para avaliação (mais detalhes no próximo item). Para facilitar a leitura dos resultados, eles foram divididos pelos domínios dos elementos do mapa: aspectos psicológicos, ambiente social e ambiente físico construído.

Consulta com especialistas

A consulta com os especialistas ocorreu em duas etapas. Primeiramente, o processo de consulta em si foi avaliado em uma aplicação-piloto com 10 doutores brasileiros. Eles receberam um e-mail explicando o contexto da pesquisa e o seu papel nessa etapa. Caso concordassem em participar, recebiam um segundo e-mail a partir do qual a avaliação do mapa e do processo consultivo começava. Além de avaliar o mapa conceitual (mais detalhes sobre as perguntas a seguir), sobre o processo consultivo eles avaliaram se:

- a) O e-mail de contato transmitia de forma clara o contexto e o tipo de ajuda solicitada, tinha extensão adequada e era convidativo para a participação na consulta;
- b) O documento contendo o mapa conceitual tinha o que era necessário para avaliá-lo, era transmitido de forma clara e tinha extensão adequada;

- c) O formulário de avaliação do mapa conceitual deixava claro que a avaliação e as sugestões deveriam se basear no objetivo e na delimitação do modelo, as questões eram transmitidas de forma clara e tinha extensão adequada.

Em todas as questões, os avaliadores informaram seu grau de concordância por meio de uma escala Likert de cinco pontos (1 = discordo totalmente; 5 = concordo totalmente). Os avaliadores também informaram o tempo dedicado à avaliação do mapa e podiam escrever outros comentários.

As 10 pessoas contatadas concordaram em participar, mas sete enviaram suas respostas. Os resultados da avaliação do processo consultivo estão no Anexo 2 e, em geral, indicaram que o processo era adequado à sua finalidade. A média de tempo de resposta foi 40 minutos, com desvio-padrão igual a 20 e valores mínimo e máximo de 15 e 60, respectivamente. Todo o processo e material de consulta foi revisto à luz das sugestões e dos pontos considerados mais críticos, em especial a extensão e a apresentação do e-mail de contato e a clareza e a suficiência das informações no documento que continha o mapa conceitual. As avaliações sobre o mapa conceitual realizadas na aplicação-piloto serviram de material para aprimorar a sétima versão do mapa, antes da consulta principal.

Os 40 especialistas foram selecionados para o processo de consulta com base no que foi observado durante a revisão da literatura e no conhecimento do autor da tese e seu orientador, considerando a reconhecida e consistente produção científica internacional em pelo menos um dos campos de conhecimento abordados pelo mapa. Todos eram doutores, mas buscou-se incluir pesquisadores jovens e sêniores de várias partes do mundo, a fim de obter perspectivas mais heterogêneas sobre o mapa.

Os especialistas receberam e-mails individuais convidando-os à consulta (Anexo 3), contendo o mapa conceitual como anexo (Anexo 4) e um link para um formulário eletrônico de avaliação. A avaliação do mapa conceitual consistia de três perguntas:

- a) Quanto você concorda ou discorda com o mapa conceitual atual?
- b) Na sua opinião, há qualquer variável ou mecanismo não contido no mapa conceitual atual que deveria ser incluído?
- c) Na sua opinião, há qualquer variável ou mecanismo contido no mapa conceitual atual que deveria ser excluído?

No cabeçalho do formulário, explicitava-se que a avaliação e as sugestões deveriam ter como base o propósito, objetivo e delimitação do modelo, a fim de balizar o conteúdo das respostas. Na primeira questão, os especialistas informaram seu grau de concordância por meio de uma escala Likert de cinco pontos (1 = discordo totalmente; 5 = concordo totalmente). As outras duas questões eram abertas. Havia ainda um campo para outros comentários.

Somente sugestões que se enquadravam no escopo do mapa conceitual (*i.e.*, atributos psicológicos e do ambiente físico construído e social relacionados à atividade física no lazer em adultos e suas inter-relações) foram consideradas para adoção nas versões posteriores do mapa. Essas sugestões foram incorporadas como material para decidir pela manutenção, inclusão ou exclusão de elementos ou relações do mapa conceitual, especialmente quando se referiam a assuntos com pouca ou inconsistente evidência na literatura ou a dúvidas remanescentes sobre ele. Deu-se prioridade para as sugestões que foram recorrentes entre os especialistas. Algumas sugestões, apesar de pertinentes, não foram adotadas, porque se entendeu que aumentariam a complexidade do modelo para além do desejado no momento, e foram arquivadas para uso posterior. Sugestões que contradiziam evidências de boa qualidade e consistência obtidas por meio da revisão da literatura ou fora do escopo do mapa (*e.g.*, sobre características demográficas) não foram incorporadas.

Após a consulta, o mapa conceitual foi aprimorado mais três vezes até a sua versão final, tendo como subsídios as respostas dos especialistas complementadas pela revisão da literatura.

Nas duas etapas da consulta, os resultados das questões que cujas respostas se baseavam na escala Likert foram descritos por meio de frequências absolutas e relativas. O conteúdo das respostas das demais questões foi analisado e compilado a partir da leitura realizada pelo autor desta tese. A consulta com os especialistas foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, sob o parecer número 1.322.967 (Anexo 5).

3.2.2 Criação e Verificação do Algoritmo do Modelo

Após a finalização do mapa conceitual, o passo seguinte foi formular textualmente o modelo com base no mapa conceitual, a fim de definir a sua estrutura e o seu conteúdo, para então ser transcrito para um algoritmo. Essa etapa exige que se reflita e defina explicitamente todos os aspectos do modelo, servindo como subsídio para a criação do algoritmo (RAILSBACK; GRIMM, 2012). Para tanto, baseou-se no protocolo *Overview, Design Concepts and Details + Decision* (ODD+D) (MÜLLER et al., 2013) para uma descrição mais completa, transparente e padronizada do modelo. Esse protocolo permite acessar de forma rápida e clara o propósito do modelo, os agentes e seus atributos, os processos, as regras de decisão e interação, os detalhes da implementação e os *outputs*, entre outros.

A partir da descrição da forma textual do modelo baseada no mapa conceitual, foi criado o algoritmo. Para isso, foi utilizado o *software* NetLogo, versão 5.2.1 para Microsoft Windows. Trata-se de um *software* gratuito, de código aberto e baseado em linguagem de programação orientada a objetos. Ele permite modelar explicitamente o ambiente espacial, o comportamento e a interação dos agentes, sendo bem adaptado para modelar sistemas complexos (WILENSKY, 1999). Além do campo destinado à construção do algoritmo do modelo, o *software* inclui uma

interface gráfica personalizável, útil para verificar e compreender o modelo e na qual se pode acompanhar em tempo real uma representação visual da simulação e seus indicadores gráficos e numéricos. Também contém um espaço para detalhar textualmente o modelo e os elementos da interface gráfica aos usuários. Ademais, quaisquer dados das simulações podem ser exportados para serem analisados em outros *softwares*.

O algoritmo foi construído em três módulos distintos para facilitar a elaboração e verificação do código. Inicialmente, escreveu-se e verificou-se o módulo referente à relação entre atributos psicológicos e comportamento. Em seguida, o módulo sobre o ambiente social e, então, sobre o ambiente físico construído. Por fim, os três módulos foram integrados, formando o modelo completo.

Durante a construção de cada um dos módulos e a integração do modelo final, seguiu-se um protocolo de verificação para garantir que o algoritmo implementasse acuradamente o modelo como descrito e fosse consistente com o mapa conceitual, além de não conter erros, omissões ou *bugs* (RAILSBACK; GRIMM, 2012; WILENSKY; RAND, 2015). Ao finalizar cada linha e trecho funcionalmente completo do código, revisaram-se tipografia, sintaxe e comandos utilizados, realizaram-se testes visuais por meio da interface gráfica do *software* em busca de elementos, ações e *outputs* inesperados e executaram-se testes monitorando os valores das variáveis que representavam o estado interno dos agentes, para garantir que os cálculos realizados estavam corretos. Testes visuais e monitoração do estado interno dos agentes também foram realizados ao final de cada módulo, assim como testes de estresse (*i.e.*, com valores de *inputs* e de parâmetros fora da faixa normal), para identificar falhas conceituais e de computação. No algoritmo do modelo completo, realizaram-se a revisão completa do código, testes visuais e testes de estresse.

3.2.3 Parametrização, Análise de Consistência e de Sensibilidade

A última etapa foi definir os valores ou faixas de valores dos parâmetros. Para isso, baseou-se nos pressupostos da modelagem orientada a padrões (RAILSBACK; GRIMM, 2012), em que os padrões observados em sistemas reais são usados como informações adicionais para obter modelos estruturalmente mais realistas e acurados e, portanto, mais generalizáveis e úteis. A ideia básica é usar um pequeno, mas diversificado, conjunto de padrões que caracterizam os principais aspectos e comportamentos em estudo para ajustar e analisar o modelo. Dois padrões foram utilizados como referências: as tendências temporais da prática de atividade física no lazer (> 0 min/sem) e da distribuição populacional de intenção em praticar atividade física no lazer. Para representar esses padrões, foram obtidas as proporções de pessoas praticando atividade física no lazer e de pessoas com intenção baixa ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$), intermediária ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$) e alta ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$). As faixas de intenção foram definidas arbitrariamente.

Após a definição dos padrões sistêmicos esperados do modelo, determinaram-se os valores ou faixas de valores dos parâmetros para os quais existem dados empíricos. Em seguida, um valor plausível que levasse aos padrões sistêmicos esperados foi determinado para os parâmetros em que não havia dados empíricos para a parametrização. Esses valores foram obtidos por meio de tentativa e erro, um procedimento comum e considerado suficiente nessa etapa para dar seguimento às análises. Em etapas posteriores, os mais relevantes entre esses parâmetros foram identificados e a sensibilidade aos seus valores analisada.

O passo seguinte foi a análise de consistência, em que se definiu a quantidade de replicações necessárias para reduzir a incerteza dos *outputs* que é devida à estocasticidade (*i.e.*, com origem em eventos aleatórios) (ALDEN et al., 2014; READ et al., 2012). Resumidamente, foram gerados n conjuntos, cada conjunto composto por m replicações do mesmo cenário

(Figura 2). De cada replicação, foram extraídas a proporção pessoas praticando atividade física no lazer e com baixa, intermediária e alta intenção (*outputs* do modelo). Logo, cada um dos n conjuntos continha uma distribuição de valores para cada um desses *outputs*. Por meio do Teste A de Vargha-Delaney (VARGHA; DELANEY, 2000) foi possível identificar se as n distribuições que continham de m replicações eram consistentes entre si. Para isso, o teste comparou as medianas das n distribuições e informou a probabilidade de que os resultados observados em uma replicação aleatoriamente escolhida de uma distribuição fossem maior do que de outra. Assim, escores próximos de 0,5 indicam que as medianas das distribuições foram semelhantes, apontando maior consistência dos resultados obtidos com m replicações e menos incerteza devida à estocasticidade. As diferenças podem ser classificadas como pequenas ($\sim 0,5 \pm 0,06$), médias ($\sim 0,5 \pm 0,14$) e grandes (a partir de $0,5 \pm 0,21$) (READ et al., 2012; VARGHA; DELANEY, 2000).

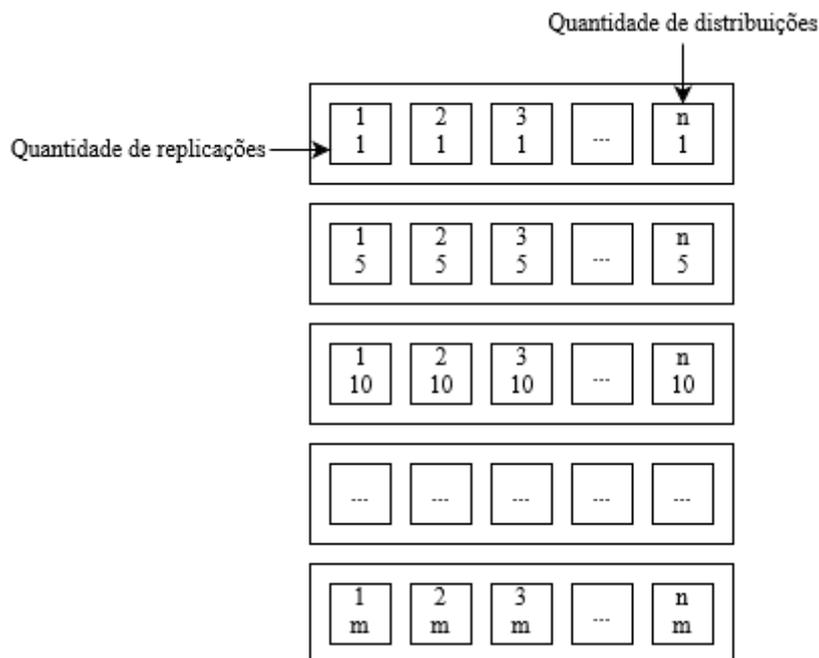


Figura 2. Representação esquemática da análise de consistência. Dentro de cada retângulo há n conjuntos (distribuições), cada um com m replicações. Compara-se a consistência dos *outputs* entre os quadrados do mesmo retângulo.

Para este trabalho, foram analisadas as consistências para uma, cinco, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 replicações (m). Para cada m , foram geradas 20 distribuições (n) contendo m replicações, como sugerido por Read e colaboradores (2012). Gráficos de linha foram utilizados para sumarizar e visualizar os resultados.

O passo seguinte foi a análise da sensibilidade do modelo aos valores dos parâmetros, dividida em uma análise individualizada e outra global. Para as análises individualizadas utilizou-se a técnica de robustez ao parâmetro, em que cada parâmetro de interesse foi perturbado individualmente enquanto os demais foram mantidos em seus valores originais (ALDEN et al., 2014; READ et al., 2012). As tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção das simulações sob as novas condições foram contrastados com as obtidas sob condições de base, usando o Teste A de Vargha-Delaney (VARGHA; DELANEY, 2000), apresentado anteriormente. Porém, a interpretação difere: escores próximos de 0,5 indicam que as tendências temporais são robustas (*i.e.*, pouco sensíveis) a alterações nos valores daquele parâmetro (READ et al., 2012). Quanto mais distante de 0,5 o escore, maior a sensibilidade. Escores maiores do que 0,71 ou menores do que 0,29 (*i.e.*, $0,50 \pm 0,21$) foram considerados significativos (READ et al., 2012; VARGHA; DELANEY, 2000). Dessa forma, foi possível investigar como cada parâmetro sozinho influencia as tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção. Gráficos de linha e *boxplots* foram utilizados para sumarizar e visualizar os resultados.

Nas análises de sensibilidade global, todos os parâmetros de interesse foram perturbados simultaneamente, revelando aqueles que mais influenciam o modelo e sugerindo as vias ou processos que têm maior impacto sobre as tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção (ALDEN et al., 2014). Para isso, primeiramente selecionaram-se os parâmetros relevantes e o seu espaço de valores, identificados a partir da análise de sensibilidade individualizada. Em seguida, utilizou-se a técnica de amostragem por hipercubo

latino, na qual cenários foram gerados sorteando-se os valores dos parâmetros de forma a otimizar a exploração e cobertura de todo o espaço de valores de cada parâmetro selecionado (READ et al., 2012). Foram sorteados 100 cenários.

Analisou-se a correlação entre o valor atribuído ao parâmetro as tendências temporais que é discernível apesar do ruído criado pela variação em todos os outros parâmetros, por meio do coeficiente de correlação de postos parcial e de interpretação de gráficos de dispersão (ALDEN et al., 2014). A correlação é calculada utilizando os 100 valores atribuídos ao parâmetro (um valor para cada cenário) e a mediana do *output* em cada cenário, com base em 80 replicações. Coeficientes mais altos correspondem a parâmetros mais influentes. Sumarizaram-se os resultados por meio de valores mínimo e máximo, média e desvio-padrão. Os tamanhos de efeito foram interpretados como pequenos ($\sim 0,2$), médios ($\sim 0,5$) e grandes ($\sim 0,8$) (SULLIVAN; FEINN, 2012). Os gráficos de dispersão também auxiliaram na identificação de influências não-lineares dos parâmetros sobre as tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção.

Em todas as análises, as proporções de pessoas praticando atividade física no lazer e de pessoas com baixa, intermediária e alta intenção foram obtidos a cada 52 iterações (semanas) em um total de 624 iterações, equivalendo a dados anuais por 12 anos. Apesar de o modelo ser planejado para representar um período de 10 anos, coletaram-se dados referentes a 12 anos para verificar se uma quantidade inicial de iterações seria necessária como forma de *burn in* (*i.e.*, descartar as iterações iniciais por não representarem a dinâmica do sistema, mas somente um estado transiente do modelo em si, a fim de evitar erros de análise) e, nesse caso, se os dados obtidos após o 10º ano poderiam ser utilizados sem prejuízo para a interpretação dos resultados.

Um laptop com oito *threads* Intel Core i7-2670QM e arquitetura de 64 bits, *clock* interno de 2,2 GHz e 8 GB de memória RAM foi utilizado para executar as simulações. Para todas as análises de consistência e de sensibilidade foi utilizado o *software* R, versão 3.2.2 para

Microsoft Windows, e o pacote spartan, versão 2.3. Os Anexos 6 a 8 contêm os códigos utilizados para executar as análises.

4 RESULTADOS

4.1 MAPA CONCEITUAL

Esta subsecção divide-se nos resultados dos processos de revisão da literatura e de consulta aos especialistas, além da apresentação da versão final do mapa conceitual.

4.1.1 Revisão da Literatura

Aspectos psicológicos

A maioria dos modelos e teorias psicológicos aplicados à atividade física assume que se trata de um comportamento intencional e que as pessoas se engajam nela deliberadamente (HAGGER; CHATZISARANTIS, 2014), especialmente no domínio do lazer. A intenção pode ser interpretada como um constructo que reflete o nível de esforço que uma pessoa investiria para executar um comportamento (HAGGER; CHATZISARANTIS, 2014; MICHIE et al., 2005; MONTAÑO; KASPRZYK, 2008).

Duas metanálises apontaram a intenção como o mais proximal e mais fortemente constructo associado à adoção e manutenção da atividade física no lazer (DOWNS; HAUSENBLAS, 2005; HAGGER; CHATZISARANTIS; BIDDLE, 2002), e encontraram tamanhos de efeito de 1,01 e 0,51, respectivamente. Outras três metanálises (AMIREAULT; GODIN; VÉZINA-IM, 2013; MCDERMOTT et al., no prelo; MCEACHAN et al., 2011), que não se delimitaram ao domínio do lazer, também encontraram tamanhos de efeito moderados a grandes: 0,65, 0,51 e 0,43, respectivamente.

Modelos e teorias predizem que a intenção é precedida pela atitude, pelo controle percebido sobre o comportamento (equivalente à autoeficácia e à competência percebida (MICHIE et al., 2005)) e pelas normas subjetivas. A atitude expressa a crença de que o comportamento levará a certos resultados desejados. O controle percebido sobre o comportamento representa a crença e a capacidade em realizar o comportamento e em lidar com as barreiras por meio de recursos próprios. As normas subjetivas refletem a motivação em se comportar de forma consistente ao que as demais pessoas esperam (HAGGER; CHATZISARANTIS, 2014; MICHIE et al., 2005; MONTAÑO; KASPRZYK, 2008).

Duas metanálises sugerem que a atitude e o controle percebido sobre o comportamento são fortes preditores do nível de intenção em praticar atividade física no lazer (DOWNS; HAUSENBLAS, 2005; HAGGER; CHATZISARANTIS; BIDDLE, 2002). Os tamanhos de efeito foram, respectivamente, 1,07 e 0,60 para atitude e 0,90 e 0,57 para controle percebido sobre o comportamento. Já para as normas subjetivas, os tamanhos de efeito foram menores: 0,59 e 0,32 respectivamente. Uma terceira metanálise, que não enfocou em atividade física no lazer, encontrou resultados similares: 0,60 para atitude, 0,55 para controle percebido sobre o comportamento e 0,38 para as normas subjetivas (MCEACHAN et al., 2011). Durante as buscas, outro fator que chamou a atenção pela forte influência sobre a intenção foi o comportamento passado, tamanhos de efeito similares quando se investigou a atividade física no lazer em particular (HAGGER; CHATZISARANTIS; BIDDLE, 2002) ou não (MCEACHAN et al., 2011): 0,58 e 0,55, respectivamente.

Os possíveis preditores da atitude, do controle percebido sobre o comportamento e das normas subjetivas são menos explorados na literatura, ainda mais na dedicada à atividade física. No entanto, preceitos teóricos (MONTAÑO; KASPRZYK, 2008) e uma revisão sistemática de estudos qualitativos conduzidos no Reino Unido (ALLENDER; COWBURN; FOSTER, 2006)

indicaram que o comportamento habitual influenciaria a atitude e o controle percebido sobre o comportamento. Mais detalhes sobre as normas subjetivas estão no próximo item desta seção.

Identificou-se ainda, por meio dos estudos originais de Ding e colaboradores (2012) e de Rech (2013), que, no domínio do lazer, o controle percebido sobre o comportamento também pode ser influenciado pela percepção que a pessoa tem do ambiente. Alguns autores, como Lee e Cubbin (2009) e Kamphuis e colaboradores (2008), também apontaram que o nível socioeconômico tem importante influência nos níveis de atitude e controle percebido sobre o comportamento.

Por fim, ao menos uma metanálise (AMIREAULT; GODIN; VÉZINA-IM, 2013), três revisões sistemáticas (RHODES; DE BRUIJN, 2013b; RHODES; YAO, 2015; VAN STRALEN et al., 2009) e um estudo longitudinal (VAN BREE et al., 2013; VAN BREE et al., 2015) indicaram que em pessoas com forte hábito (*i.e.*, forte intenção de manter o comportamento), a intenção de manter a atividade física parece ser menos influenciada por recaídas, assim como por outros fatores externos, como o ambiente físico e social. No entanto, somente um desses trabalhos, a revisão sistemática de Rhodes e De Bruijn (2013b), referiu-se especificamente à atividade física no lazer.

Ambiente social

Diversas teorias e modelos sobre adoção e manutenção de comportamentos relacionados à saúde incluem constructos que representam a influência do meio social sobre as ações individuais (GLANZ; RIMER; VISWANATH, 2008). A influência do meio social pode ocorrer pelo estabelecimento e a difusão de normas sobre o comportamento esperado, pelo suporte social (*e.g.*, facilitando o acesso a recursos, informações e materiais para a prática), pela companhia nos momentos de prática, pelo encorajamento e reforço positivo de outras pessoas e pela aprendizagem e modelagem social (*e.g.*, observando outras pessoas praticando e suas

formas de superar barreiras) (ALLENDER; COWBURN; FOSTER, 2006; HEANEY; ISRAEL, 2008; MCALISTER; PERRY; PARCEL, 2008; MCNEILL; KREUTER; SUBRAMANIAN, 2006).

Ao menos três metanálises (DOWNS; HAUSENBLAS, 2005; HAGGER; CHATZISARANTIS; BIDDLE, 2002; MCEACHAN et al., 2011), as duas primeiras conduzidas com foco em atividade física no lazer, apontaram que as normas subjetivas parecem influenciar a intenção das pessoas em praticar atividade física, mesmo que em magnitude menor do que a atitude e o controle percebido sobre o comportamento (mediana dos tamanhos de efeito: 0,38 vs. 0,60 e 0,57, respectivamente). Uma revisão sistemática realizada por Wendel-Vos e colaboradores (2007) corrobora esses resultados, indicando haver associação positiva entre o nível de atividade física no lazer de adultos e o apoio social ou ter um companheiro para a prática. Allender, Cowburn e Foster (2006), em uma revisão sistemática de estudos qualitativos realizados no Reino Unido, também concluíram que a falta de uma rede social e de modelos sociais realísticos são barreiras para a participação em esportes e atividade física em geral entre adultos.

Outra informação capturada durante a revisão é que a fonte da influência social é importante. Carron, Hausenblas e Mack (1996) observaram em sua metanálise que o tamanho de efeito da influência social sobre a adesão à prática de exercício físico (via de regra realizado no domínio do lazer) é, em geral, maior quando a fonte dessa influência são pessoas próximas (0,36 a 0,44 vs. 0,25 a 0,32).

Uma metanálise (AMIREAULT; GODIN; VÉZINA-IM, 2013) e uma revisão sistemática (VAN STRALEN et al., 2009) relataram que a influência social impacta mais as pessoas na fase de adesão da prática do que na fase de manutenção. Todavia, nenhum desses dois trabalhos analisou a atividade física no lazer separadamente. Por outro lado, ao menos três estudos originais que utilizaram análises de mediação (BOUDREAU; GODIN, 2014; GRANT;

HOGG; CRANO, 2015; ZHANG, N. et al., 2015), esses sim dedicados ao domínio do lazer, observaram que a atitude e o controle percebido sobre o comportamento mediavam ao menos parte do efeito da influência social sobre a intenção.

Ambiente físico construído

Para facilitar a apresentação dos resultados deste item, foi seguida a mesma organização sugerida por Aytur e colaboradores (2015) em seu quadro conceitual sobre os diversos aspectos do ambiente físico construído que podem influenciar o uso de espaços recreacionais. O primeiro domínio é o acesso, que representa a facilidade com que as pessoas podem chegar, utilizar e sair do local, incluindo a proximidade física, custo e facilidade de deslocamento até ele. O segundo é a qualidade, que reflete características como manutenção, comodidades oferecidas, estética, equipamentos, iluminação, segurança e *layout* do local. O terceiro é a usabilidade, que se refere a características que restringem ou apoiam o envolvimento das pessoas com um determinado ambiente para um propósito particular, como a quantidade e diversidade de espaços e atividades ofertadas.

O acesso aos locais de prática de atividade física no lazer é o domínio mais investigado dos três. No entanto, somente uma metanálise foi encontrada sobre o assunto. Duncan, Spence e Mummery (2005) reportaram que adultos que relataram ter um local de prática de atividade física no lazer próximo apresentaram *odds* 20% mais elevada (IC95%: 6% a 34%) de se engajar em atividades físicas do que aqueles que relataram não ter. Apesar de não ter se delimitado ao domínio do lazer, 73% dos estudos inclusos nessa metanálise investigaram esse domínio. Pelo menos quatro revisões sistemáticas de estudos quantitativos (ARANGO et al., 2013; BAUMAN et al., 2012; HUMPEL; OWEN; LESLIE, 2002; WENDEL-VOS et al., 2007) e uma de estudos qualitativos (MCCORMACK et al., 2010) também relataram associação positiva entre prática de atividade física no lazer e medidas objetivas ou subjetivas de acesso, distância ou densidade

de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada. No entanto, uma dessas revisões (WENDEL-VOS et al., 2007) sugeriram associações possivelmente fracas. Ademais, uma revisão sistemática focada em estudos em países europeus (VAN HOLLE et al., 2012), não observou associação entre acesso, densidade ou proximidade a esses locais e níveis de prática de atividade física no lazer.

Quanto à qualidade dos locais de prática, duas revisões sistemáticas apontaram que a percepção de comodidades oferecidas, da sua manutenção e condição, da estética, e de segurança pelos frequentadores estiveram positivamente associadas ao seu uso para prática de atividade física no lazer (MCCORMACK et al., 2010; NASAR, 2015). Por outro lado, Wendel-Vos e colaboradores (2007) relataram associação positiva somente com as comodidades oferecidas, não observando associação para a estética ou a segurança percebida dos locais.

Sobre os elementos relacionados à usabilidade dos locais recreacionais, a quantidade e diversidade de espaços e oportunidades para a prática de atividade física mostraram-se consistentemente associadas de forma positiva à prática de atividade física no lazer em ao menos quatro revisões sistemáticas (HUMPEL; OWEN; LESLIE, 2002; MCCORMACK et al., 2010; NASAR, 2015; WENDEL-VOS et al., 2007), sendo uma delas dedicada a estudos qualitativos (MCCORMACK et al., 2010).

Uma revisão de revisões (PEARCE; MADDISON, 2011) encontrada durante a busca na literatura apontou que iniquidades socioeconômicas parecem também afetar o acesso e a qualidade aos locais de prática. Em geral, pessoas morando em comunidades mais pobres relataram mais dificuldades de acessar locais recreacionais e pior qualidade deles. Ademais, o acesso a esses locais pareceu influenciar o nível de atividade física total dessas pessoas em maior magnitude do que de pessoas vivendo em locais mais ricos.

Uma revisão realizada por Yang (2015) apontou evidências consistentes quanto à existência de interação entre o ambiente físico construído e atributos psicológicos sobre a

prática de atividade física no lazer, mas inconsistentes em relação ao seu mecanismo. Com base nos estudos originais, o autor sugeriu que o ambiente físico construído tem um efeito moderador cuja influência é menor em pessoas com atributos psicológicos muito positivos ou negativos, resultando em menor efeito do ambiente físico construído sobre a probabilidade de praticar atividade física nessas situações.

Por fim, pelo menos um estudo original (VAN DYCK et al., 2013) sugeriu que a percepção do ambiente media a influência do ambiente sobre a atividade física no lazer, e que a avaliação subjetiva do ambiente físico construído não é totalmente desvinculada das suas características objetivas. Outros dois estudos originais corroboram esses achados, mas investigaram atividade física total (MAMA et al., 2015) e como forma de deslocamento (JACK; MCCORMACK, 2014). Por outro lado, um estudo não observou esse efeito mediador da percepção do ambiente quando a caminhada como lazer foi investigada (JACK; MCCORMACK, 2014).

4.1.2 Consulta aos Especialistas

Dos 40 especialistas contatados, 18 (45%) enviaram suas avaliações sobre a sétima versão do mapa conceitual (Anexo 4). Desses, seis (33%) eram mulheres. Seis (33%) trabalhavam em instituições brasileiras, cinco (28%) em australianas, quatro (22%) em estadunidenses e três (17%) em europeias. Quatro (22%) eram doutores há cinco anos ou menos, nenhum há seis a nove anos, cinco (28%) há 10 a 14 anos e nove (50%) há pelo menos 15 anos.

Entre os que não enviaram suas avaliações (n = 22, 55%), quatro (18%) responderam ao contato informando que não poderiam participar naquele momento. Oito (36%) eram mulheres. Três (14%) trabalhavam em instituições brasileiras, sete (32%) em australianas, seis (27%) em

estadunidenses, cinco (23%) em europeias e um (4%) em uma latino-americana não brasileira. Seis (27%) eram doutores há cinco anos ou menos, dois (9%) há seis a nove anos, cinco (23%) há 10 a 14 anos e nove (41%) há pelo menos 15 anos.

Dos 18 especialistas que participaram, 15 (83%) relatam seu grau de concordância com o mapa conceitual (Figura 3). Nenhum relatou discordância total e dois terços relataram concordar com a versão apresentada.

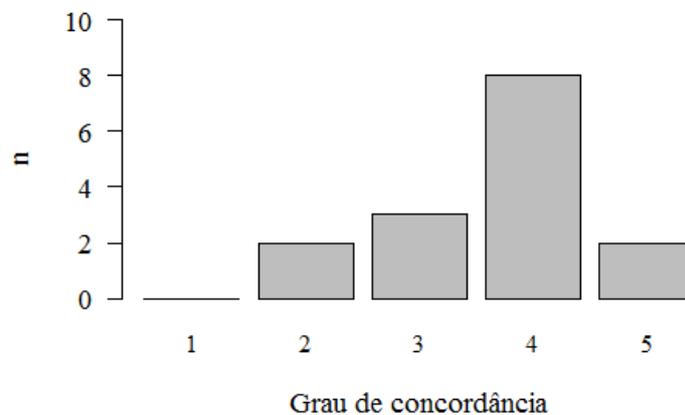


Figura 3. Grau de concordância dos especialistas (n = 15) com a sétima versão do mapa conceitual (disponível no Anexo 4). 1 = discordo totalmente; 5 = concordo totalmente.

Todos os comentários sobre a sétima versão do mapa estão disponíveis no Anexo 9. Os apontamentos mais recorrentes foram sobre a mudança do constructo “hábito” para “comportamento”, a maior cobertura e complexidade da parte que trata das variáveis psicológicas em relação aos aspectos ambientais e a bidirecionalidade da relação entre intenção e ambiente percebido para a prática. Alguns especialistas indicaram que a atitude e a autoeficácia podem ter mais determinantes idênticos dentro do mapa além dos já considerados (*e.g.*, o ambiente percebido para a prática também pode influenciar a atitude). Também foi apontado que manter o nível socioeconômico como a principal influência das características do ambiente físico construído pode ser um pressuposto frágil.

De forma geral, foram raras as sugestões de exclusão de elementos ou relações e entre as sugestões de inclusão, houve mais propostas de novas relações do que de novos elementos. Ambas as constatações indicaram que, no geral, o mapa já contemplava um conjunto adequado e relevante de constructos para o problema em estudo.

4.1.3 Versão Final do Mapa Conceitual

O Quadro 1 apresenta as mudanças que ocorreram entre as versões do mapa conceitual.

Quadro 1. Modificações ocorridas entre as versões do mapa conceitual.

Versões	Modificações
1 → 2	<p><i>Elementos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Níveis socioeconômico individual: excluído - Níveis socioeconômico da região: excluído - Barreiras individuais para a prática: mudado para autoeficácia - Intenção de praticar: mudado para processos cognitivos, contendo os constructos atitude e autoeficácia - Ambiente físico: mudado para locais de prática, contendo os constructos condição (equivalente à qualidade na versão 1), acesso e variabilidade de oferta - Adoção e nível de AFL: mudado para comportamento <p><i>Relações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Comportamento influenciando intenção de praticar: mudada para comportamento influenciando atitude (dentro de processos cognitivos) - Suporte social influenciando intenção de praticar: excluída - AFL da minha rede social influenciando autoeficácia: incluída - Comportamento influenciando autoeficácia: incluída - Valor/significado social da prática de AFL influenciando acesso aos locais de prática: excluída - Valor/significado social da prática de AFL influenciando qualidade dos locais de prática: excluída - Locais de prática influenciando comportamento: mudada, influenciando a relação entre processos cognitivos e comportamento (efeito moderador)

Continua

Quadro 1. Modificações ocorridas entre as versões do mapa conceitual (*continuação*).

2 → 3	<p><i>Elementos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Posição socioeconômica: incluído - Processos cognitivos: mudado para intenção. Os constructos atitude e autoeficácia permaneceram no mapa, precedendo a intenção - Comportamento: mudado para comportamento/habituação <p><i>Relações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Atitude influenciando intenção: incluída - Autoeficácia influenciando intenção: incluída - Posição socioeconômica influenciando autoeficácia: incluída - Posição socioeconômica influenciando locais de prática: incluída - Locais de prática influenciando autoeficácia: incluída
3 → 4	<p><i>Elementos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Valor/significado social da prática de AFL: mudado para AFL da comunidade <p><i>Relações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Locais de prática influenciando relação entre intenção e comportamento (efeito moderador): mudada para locais de prática influenciando comportamento
4 → 5	<p><i>Elementos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Comportamento/habituação: mudado para hábito
5 → 6	<p><i>Elementos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - AFL da minha rede social: mudado para hábito da rede social - AFL da comunidade: mudado para hábito da comunidade - Locais de prática: mudado para atributos dos locais em que AFL pode ser praticada, contendo os constructos qualidade e condição, acesso e atividades disponíveis
6 → 7	<p><i>Elementos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Percepção do ambiente para prática: incluído <p><i>Relações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Atributos dos locais em que AFL pode ser praticada influenciando percepção do ambiente para prática: incluída - Atributos dos locais em que AFL pode ser praticada influenciando autoeficácia: substituída por percepção do ambiente para prática influenciando autoeficácia - Atributos dos locais em que AFL pode ser praticada influenciando hábito: substituída por percepção do ambiente para prática influenciando hábito - Intenção influenciando percepção do ambiente para prática: incluída
7 → 8	<p><i>Elementos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hábito: mudado para comportamento - Hábito da rede social: mudado para comportamento da rede social - Hábito da comunidade: mudado para comportamento da comunidade - Atitude: excluído - Autoeficácia: excluído - Posição socioeconômica: excluído - Qualidade e condição: mudado para qualidade <p><i>Relações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ambiente social influenciando intenção: incluída - Comportamento influenciando intenção: incluída - Comportamento influenciando percepção do ambiente para prática: incluída - Percepção do ambiente para prática influenciando intenção: incluída
8 → 9	<p><i>Elementos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Comportamento da rede social: mudado para comportamento da rede proximal <p><i>Relações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Percepção do ambiente para prática influenciando comportamento: mudada, influenciando a relação entre intenção e comportamento (efeito moderador)
9 → 10	Revisão das definições operacionais, de aspectos estéticos e do texto de apresentação

Elementos excluídos também tiveram suas relações excluídas. AFL = atividade física no lazer.

A Figura 4 ilustra a versão final (décima) do mapa conceitual. Os Quadros 2 e 3 contêm as definições operacionais dos constructos e o detalhamento das relações, respectivamente.

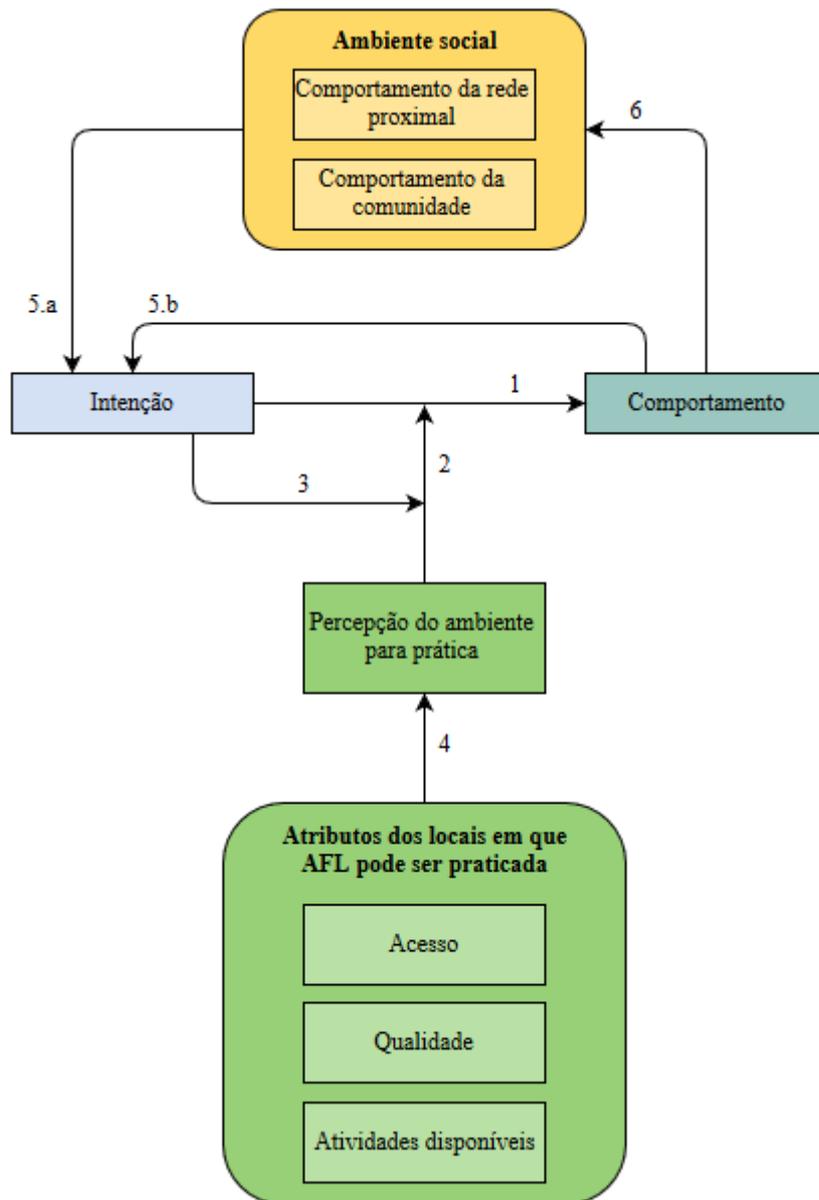


Figura 4. Versão final do mapa conceitual. AFL = atividade física no lazer.

Quadro 2. Definição operacional dos constructos contidos na versão final do mapa conceitual.

Constructo		Definição operacional	Referência
Comportamento		Prática de AFL da pessoa em um determinado período	-
Intenção		Esforço que uma pessoa investiria para praticar AFL	Hagger et al. (2014)
Ambiente social	Comportamento da rede proximal	AFL das pessoas com as quais a pessoa tem relação proximal (amigos, parentes etc.)	Carron et al. (1996)
	Comportamento da comunidade	AFL das pessoas que vivem na mesma área, relativamente grande e geograficamente delimitada	
Atributos dos locais em que AFL pode ser praticada	Acesso	Facilidade com que as pessoas podem utilizar o local, incluindo a proximidade física, custo e facilidade de deslocamento até ele	Aytur et al. (2015)
	Qualidade	Características como manutenção, comodidades oferecidas, estética, equipamentos, iluminação, segurança e <i>layout</i>	
	Atividades disponíveis	Quantidade e tipos de atividades físicas disponíveis	
Percepção do ambiente para prática		Percepção da pessoa sobre os locais para prática de AFL e seus atributos	Nasar (2015)

AFL = atividade física no lazer.

Quadro 3. Significado e pressupostos das relações contidas na versão final do mapa conceitual.

Relação	Significado e pressupostos
1	O comportamento da pessoa é uma função da sua intenção. Quanto maior a intenção, maior a probabilidade de realizar o comportamento
2	A relação entre a intenção e o comportamento é moderada pela percepção da pessoa sobre o ambiente construído para a prática. Quanto mais positiva a percepção, mais positiva a relação entre intenção e comportamento (Figura 5)
3	A influência do ambiente percebido (relação 2) sobre a relação entre intenção e comportamento (relação 1) tem forma de U invertido. Quanto mais a intenção se aproxima de seu limite inferior ou superior, menor a influência da percepção do ambiente sobre a relação entre intenção e comportamento (Figura 5)
4	A percepção da pessoa sobre o ambiente construído para prática é uma função dos atributos dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada. Quanto melhores os atributos, maior a probabilidade de uma percepção mais positiva
5 (a & b)	A intenção da pessoa é uma função do comportamento anterior dela e da sua rede proximal e comunidade. Essa influência tem forma de U invertido. Quanto mais a intenção se aproxima de seu limite inferior ou superior, menor a influência do comportamento anterior da pessoa e do ambiente social sobre a intenção dela
6	Os comportamentos da rede proximal e da comunidade são influenciados pelo comportamento da pessoa

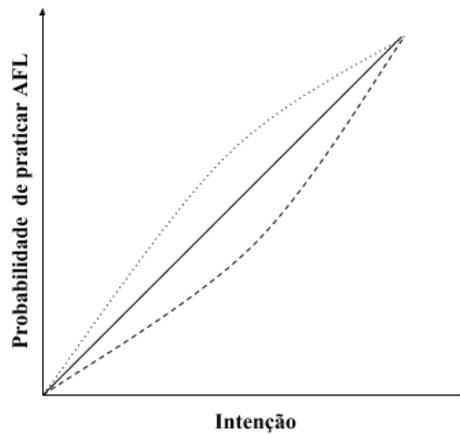


Figura 5. Exemplo do efeito moderador da percepção do ambiente para a prática sobre a relação entre intenção e probabilidade de praticar atividade física no lazer (AFL). A linha contínua refere-se a uma relação sem modificação de efeito. As linhas tracejada e pontilhada demonstram o efeito moderador da percepção ao se perceber de forma mais negativa e positiva o ambiente, respectivamente.

4.2 MODELO

O modelo baseado em agentes foi desenvolvido com base no mapa conceitual. Para descrever o modelo de forma mais clara e transparente, esta subseção está organizada de acordo com o protocolo ODD+D (MÜLLER et al., 2013). As três partes do protocolo (visão geral, conceitos do *design* e detalhes) nomeiam as três próximas subseções e dentro delas estão os itens que as compõem.

4.2.1 Visão Geral

Propósito

O modelo foi desenvolvido para investigar padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos resultantes da interação entre atributos psicológicos dos indivíduos e atributos dos ambientes físico construído e social em que vivem.

Agentes, atributos e escalas

O modelo tem dois tipos de agentes: pessoas e locais em que atividade física no lazer pode ser praticada. Os atributos que caracterizam cada tipo de agente estão apresentados no Quadro 4. Além dos atributos descritos no quadro, cada pessoa tem em sua memória uma lista de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada e que estão dentro do seu raio de percepção, assim como uma medida de utilidade percebida (que agrega a percepção de acesso, qualidade e atividades disponíveis; mais detalhes no item “Submodelos” da seção 4.2.3) desses locais. Cada pessoa também armazena na memória as pessoas que compõem a sua rede proximal.

O modelo não emula um ambiente ou comunidade em particular. O espaço físico é representado por uma grade quadrada com 50 x 50 células e lados não contíguos (a Figura 6, no final do item “Inicialização” da seção 4.2.3, apresenta a grade). As células são caracterizadas por serem ou não um local em que atividade física no lazer pode ser praticada. As células que representam um local de prática não podem conter pessoas, pois dentro do modelo a distância entre as pessoas e esses locais é necessária para calcular a utilidade percebida, e deve ser maior do que zero.

As dimensões das células não equivalem a qualquer medida de comprimento ou área. As dimensões da grade foram definidas juntamente com o tamanho da população no modelo (duas

mil) para que outros fatores mais relevantes para o modelo, como a quantidade de pessoas e de locais de prática no raio de percepção de um indivíduo, fossem análogos aos relatados em estudos, considerando também o custo computacional.

O tempo é representado de forma discreta. Cada iteração equivale a uma semana e o modelo foi planejado para avaliar um período de 10 anos (520 iterações).

Quadro 4. Atributos das pessoas e dos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada.

Atributo	Escala e domínio
<i>Pessoas</i>	
Posição	Contínua, coordenadas cartesianas de 0 a 49 em ambos os eixos
Intenção	Contínua, de 0,03 a 0,97
Comportamento	Binária, -1 (não fez AFL na semana anterior) e +1 (fez)
AFL favorita	Discreta, uma ou nenhuma entre 10 AFL disponíveis no modelo
<i>Locais em que AFL pode ser praticada</i>	
Posição	Discreta, coordenadas cartesianas de 0 a 49 em ambos os eixos
Qualidade	Contínua, de 0 a 1
Quantidade e tipo de AFL disponíveis	Lista contendo n de 10 AFL disponíveis no modelo

AFL = atividade física no lazer.

Visão geral do processo e ordenação das ações

A cada semana, inicialmente atualiza-se a intenção de cada pessoa, com base no comportamento na semana anterior dela e das pessoas que ela observou de sua rede proximal e comunidade. O nível atualizado de intenção é então alterado com base no ambiente construído percebido. Por fim, cada pessoa decide se praticará atividade física no lazer na semana atual com base no nível final de intenção. Todo o processo é realizado de forma síncrona (*i.e.*, todas as pessoas atualizam os mesmos atributos no mesmo momento) e a cada semana.

4.2.2 Conceitos do Design

Embasamento teórico e empírico

O modelo é baseado no mapa conceitual apresentado em detalhes na seção 4.1.

Processo decisório dos agentes

A cada semana, cada pessoa decide se praticará atividade física no lazer. O processo decisório das pessoas está baseado nos pressupostos da racionalidade limitada (*i.e.*, elas não têm informações completas e perfeitas para tomar decisões) (SIMON, 1972), do raciocínio indutivo (ARTHUR, 1994), da prática social (NETTLETON; GREEN, 2014; RUTTEN; GELIUS, 2011) e da dinâmica de opiniões (ACEMOGLU; OZDAGLAR, 2011; MARTINS, 2008).

Não há objetivos ou consequências explícitas que fundamentam o processo decisório, mas as pessoas tendem a manter o seu comportamento habitual ao mesmo tempo que buscam adequar-se ao comportamento observado na sua rede proximal e comunidade. O processo decisório ocorre semanalmente e é probabilístico, com base na intenção da pessoa em fazer atividade física no lazer e condicional à percepção do ambiente físico construído.

A observação que cada pessoa faz sobre o comportamento das pessoas que compõem a sua rede proximal e de alguns membros da comunidade altera o seu nível de intenção e, em consequência, também afeta o processo decisório.

A dimensão temporal afeta o processo decisório por meio da força da intenção, que, em geral, aumenta com o passar do tempo. Quanto mais forte a intenção da pessoa, menor é a influência do comportamento na semana anterior e dos ambientes físico construído e social sobre o processo decisório.

Os locais em que atividade física no lazer pode ser praticada não têm processo decisório.

Aprendizagem

O modelo não inclui processos de aprendizagem. Isto é, os agentes não mudam suas regras de decisão com o tempo, como consequência de suas experiências.

Capacidade perceptiva dos agentes

Cada pessoa é capaz de perceber o comportamento de dois grupos de pessoas:

- a) A rede proximal, composta pelas pessoas com quem a pessoa tem relações mais estreitas (amigos, familiares etc.);
- b) A comunidade percebida, que é o conjunto de pessoas dentro do raio de percepção da pessoa.

Cada pessoa usa a informação obtida em sua comunidade percebida para inferir qual é a norma social da comunidade como um todo. No entanto, a cada semana somente o comportamento de uma fração da comunidade percebida é acessível à pessoa. Isso reflete o fato de que nenhuma pessoa tem conhecimento completo e perfeito sobre o comportamento de toda a comunidade, nem mesmo sobre as pessoas que estão dentro do seu raio de percepção.

Cada pessoa percebe, também dentro do seu raio de percepção, os locais em que atividade física no lazer pode ser praticada. Os valores conferidos por cada pessoa aos atributos dos locais dependem mas não são idênticos aos valores objetivos, representando os aspectos subjetivos que influenciam a percepção.

Os mecanismos pelos quais as pessoas percebem essas informações e o custo para obtê-las e processá-las não fazem parte do modelo. Os locais em que atividade física no lazer pode ser praticada não têm capacidade perceptiva, isto é, não são sensíveis nem reagem ao que ocorre durante as simulações.

Capacidade preditiva dos agentes

Nenhum tipo de agente é dotado de capacidade preditiva, isto é, não prediz as possíveis consequências de suas ações nem considera essa informação para tomar decisões.

Interações e coletividades

Cada pessoa interage diretamente com a sua rede proximal e com a sua comunidade percebida. Ao mesmo tempo, elas podem fazer parte da rede proximal e da comunidade percebida de outras pessoas. A interação ocorre pela percepção do comportamento adotado na semana anterior pelas outras pessoas.

A rede proximal é formada selecionando as k pessoas posicionadas mais próximas da pessoa dentro da grade. Em seguida, cada laço tem probabilidade p de ser trocado por um laço com qualquer outra pessoa fora da rede proximal inicial. Esse procedimento visa garantir que a rede proximal seja formada majoritariamente por pessoas com influências sociais e ambientais semelhantes. Ao mesmo tempo, permite a formação de uma rede do tipo mundo pequeno (WATTS; STROGATZ, 1998) e mais variabilidade das influências ambientais de alguns dos laços proximais.

A comunidade percebida é formada pelo conjunto de pessoas dentro do raio de percepção da pessoa. O comportamento de somente uma fração da comunidade percebida é acessível à pessoa a cada semana (mais detalhes no item “Capacidade perceptiva dos agentes” desta seção).

Heterogeneidade

Os agentes do mesmo tipo não são heterogêneos entre si, no sentido de que seus atributos e processos decisórios são idênticos. O que muda entre eles são os valores atribuídos a cada atributo.

Estocasticidade

São definidos de forma estocástica a posição, a qualidade, a quantidade e os tipos de atividade física no lazer disponíveis nos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada, assim como a posição, a intenção inicial, o comportamento e a atividade física no lazer favorita das pessoas. O valor que representa a avaliação subjetiva de uma pessoa sobre um local também é atribuído de forma aleatória, para cada par pessoa-local. A mudança de cada laço da rede proximal por outro laço é estocástica. Isso tudo é definido na inicialização do modelo.

No decorrer da simulação, o comportamento das pessoas também muda estocasticamente, a cada semana. As pessoas da comunidade percebida acessíveis a cada pessoa também são definidas aleatoriamente a cada semana.

Observação

Por meio da representação visual da comunidade pode-se observar padrões de distribuição espacial de prática de atividade física no lazer. Pode-se obter a distribuição populacional do nível de intenção e a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer, esta tanto para a população total como para estratos da população de acordo com a intenção. Em todos os casos, é possível acompanhar as variações temporais ou obter dados de um momento em particular. Todas essas informações podem ser observadas dinamicamente e obtidas com resolução semanal.

4.2.3 Detalhes

Detalhes de implementação

O modelo baseado em agentes está disponível do disco compacto que acompanha esta tese (Anexo 10). A versão mais atual do modelo e da sua documentação também está disponível em www.LeandroMTGarcia.com/mba/afl.

Inicialização

Uma proporção determinada pelo parâmetro `prop.ltpa.sites` (mais detalhes sobre os parâmetros do modelo no Quadro 5, no final do item “Submodelos” desta seção) de células é definida como locais em que atividade física no lazer pode ser praticada e aleatoriamente posicionada na grade. Cada local recebe um valor de qualidade considerando uma distribuição normal com média e desvio-padrão de acordo com os parâmetros `mean.ql` e `sd.ql`, respectivamente. Em seguida, a quantidade de atividades físicas disponíveis é definida para cada local, a partir de uma distribuição uniforme delimitada pelos parâmetros `min.activities` e `max.activities`. Por fim, são definidos os tipos de atividade física disponíveis em cada local, sorteando-se uma lista a partir das 10 atividades físicas no lazer possíveis no modelo, considerando uma distribuição uniforme (10 valores, de um a 10). Foram definidas 10 atividades para permitir uma variabilidade nas relações entre as atividades favoritas pelas pessoas e as atividades disponíveis nos locais.

Duas mil pessoas são posicionadas aleatoriamente na grade, somente nas células que não são locais em que atividade física no lazer pode ser praticada. A cada pessoa é atribuída aleatoriamente nenhuma ou uma das 10 atividades físicas no lazer disponíveis como a sua favorita, a partir de uma distribuição uniforme (11 valores, de zero a 10, em que zero representa não gostar de atividade física no lazer e nenhuma atividade favorita). Para cada pessoa a quem

foi atribuído o valor zero, um novo sorteio com duas opções com iguais probabilidades define se ela permanecerá com esse valor ou se será sorteada uma atividade física no lazer favorita para ela.

Em seguida, cada pessoa incorpora em sua memória uma lista de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada dentro do seu raio de percepção. De cada um desses locais, a pessoa extrai e guarda na memória três informações:

- a) A qualidade do local;
- b) O acesso, representado como a distância euclidiana entre a pessoa e o local;
- c) Se a sua atividade física no lazer favorita é ofertada pelo local.

Cada pessoa também confere para cada um desses locais um valor que equivale à sua avaliação subjetiva. Esses valores advêm de uma distribuição normal com média e desvio-padrão definidos pelos parâmetros `mean.perception` e `sd.perception`, respectivamente. Essas quatro informações são utilizadas para calcular a utilidade percebida de cada local, também armazenada na memória das pessoas.

A cada pessoa é atribuído um valor de intenção, definido em dois passos:

- a) Uma proporção de pessoas, definida pelo parâmetro `prop.low`, recebe um valor de intenção sorteado a partir de uma distribuição uniforme delimitada pelos parâmetros `min.low.in` e `max.low.in`;
- b) Ao restante das pessoas é atribuído um valor de intenção sorteado a partir de outra distribuição uniforme, com limites definidos pelos parâmetros `min.high.in` e `max.high.in`.

Esses dois passos permitem maior flexibilidade na obtenção da distribuição populacional desejada de intenção. Pessoas que não gostam de atividade física no lazer têm sua intenção definida com o valor mínimo. A cada pessoa é atribuído também um comportamento (*i.e.*, fez ou não fez atividade física no lazer na semana anterior), com probabilidade igual ao seu nível

de intenção. Às pessoas que não têm em seu raio de percepção locais em que atividade física no lazer pode ser praticada atribui-se que elas não fizeram atividade física no lazer na semana anterior.

A rede proximal de cada pessoa é definida por meio do procedimento descrito no item “Interações e Coletividades” da seção 4.2.2. O tamanho da rede é definido pelo parâmetro `network.size` e a probabilidade de se trocar um laço da rede proximal inicial por um laço com qualquer outra pessoa fora da rede é dada pelo parâmetro `rewiring.probab`. A dimensão do raio de percepção é definida pelo parâmetro `perception.radius`.

Por serem em sua maioria processos estocásticos, a configuração inicial de cada agente é diferente entre as replicações. A Figura 6 ilustra uma grade ao final da inicialização.

Informação de inputs

Não há uso de fontes externas, como bancos de dados ou *outputs* de outros modelos, como *inputs* diretos para inicializar o modelo ou representar processos no decorrer das simulações.

Submodelos

Na inicialização, cada pessoa armazena em sua memória a utilidade percebida de cada local em que atividade física no lazer pode ser praticada dentro do seu raio de percepção. Essa medida de utilidade é obtida por meio da Equação 1:

$$u_{s,i} = v_{i,s} \left(\frac{q_s}{3} + \frac{1}{3z_{i,s}} + \frac{m_{i,s}}{3} \right) \quad (1)$$

Em que $u_{s,i}$ é a utilidade percebida do local s pela pessoa i , $v_{i,s}$ é a valoração subjetiva dada pela pessoa i ao local s , q_s é a qualidade do local s , $z_{i,s}$ é o acesso da pessoa i ao local s e $m_{i,s}$ indica se o local s oferta a atividade física no lazer favorita da pessoa i .

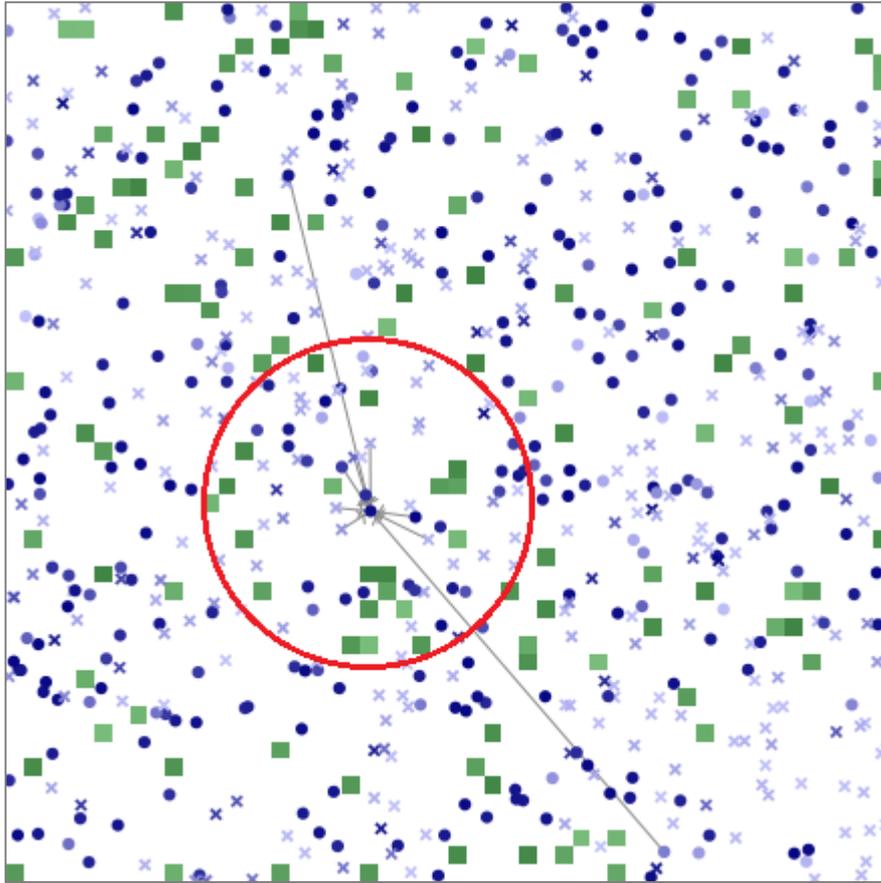


Figura 6. Exemplificação de uma grade ao final da inicialização. Células verdes são locais em que atividade física no lazer pode ser praticada. Quanto mais escuro o verde, maior a qualidade do local. Pessoas são indicadas por cruzes (não fez atividade física no lazer na semana anterior) e círculos (fez atividade física no lazer na semana anterior). Quanto mais escuro o azul, maior a intenção da pessoa. As linhas cinzas representam a rede proximal da pessoa e o círculo vermelho o seu raio de percepção.

Os três atributos dos locais (qualidade, acesso e atividades disponíveis) têm o mesmo peso na definição da utilidade percebida. O único atributo obtido unicamente a partir dos locais é a qualidade (q_s). A qualidade de cada local varia de 0 a 1 e é atribuída a partir de uma distribuição normal com média e desvio-padrão de acordo com os parâmetros mean.ql e sd.ql , respectivamente. Acesso ($z_{i,s}$) e atividades disponíveis ($m_{i,s}$) dependem de informações de cada par pessoa-local. Acesso ($z_{i,s}$) é representado no modelo pela distância euclidiana entre a pessoa e o local (*i.e.*, quanto menor a distância, melhor o acesso). O termo $m_{i,s}$ pode assumir dois valores: zero (a atividade física no lazer favorita da pessoa não é oferecida no local) e um (a

atividade física no lazer favorita da pessoa é oferecida no local). O valor do termo $v_{i,s}$ é definido para cada pessoa i e local s a partir de uma distribuição normal com média e desvio-padrão definidos pelos parâmetros mean.perception e sd.perception , respectivamente.

Os valores de $u_{s,i}$ podem variar de 0,03 (por pior que o local possa ser, é melhor do que não haver local algum) a 0,97 (por melhor que o local possa ser, sempre há algum custo associado ao ato de se deslocar ou usar o local). Cada pessoa também armazena em sua memória o local com a maior utilidade percebida e o seu valor ($u_{h,i}$).

A cada semana, inicialmente atualiza-se a intenção de cada pessoa, tendo como *inputs* o comportamento da semana anterior da própria pessoa e daqueles que ela observou de sua rede proximal e comunidade. Essa atualização baseia-se no modelo opiniões contínuas e ações discretas (MARTINS, 2008). O modelo fundamenta-se na ideia de que algumas ações discretas (neste caso, praticar ou não atividade física no lazer) são uma função de uma opinião interna contínua (neste caso, intenção). Nesse modelo, a opinião de um agente é atualizada observando a ação dos vizinhos, por meio de uma aplicação do teorema de Bayes. O modelo de Martins (2008) foi adaptado nesta tese para obter a influência da rede proximal e da comunidade percebida por meio das Equações 2 e 3, respectivamente:

$$p_{i,t} = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^n b_{x,t-1} \left[\ln \left(\frac{\alpha_p}{1 - \alpha_p} \right) \right] \quad (2)$$

$$c_{i,t} = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^n b_{x,t-1} \left[\ln \left(\frac{\alpha_c}{1 - \alpha_c} \right) \right] \quad (3)$$

Em que $p_{i,t}$ ($c_{i,t}$) é o incremento ou redução na intenção da pessoa i na semana t por conta do comportamento da sua rede proximal (comunidade percebida), n é a quantidade de pessoas na rede proximal (comunidade percebida), $b_{x,t-1}$ é comportamento da pessoa x da rede proximal (comunidade percebida) na semana $t-1$ e α_p (α_c) é a probabilidade condicional de que as pessoas

da sua rede proximal (comunidade percebida) vão escolher praticar atividade física no lazer se essa for a melhor opção.

Na primeira parte das Equações 2 e 3, o termo $b_{x,t-1}$ pode assumir dois valores: +1 (praticou atividade física no lazer na semana anterior) ou -1 (não praticou). Portanto, calcula-se a média dos comportamentos de tal forma que se todos os membros da rede proximal ou da comunidade percebida praticaram atividade física no lazer na semana anterior, o resultado é igual a +1. O resultado será igual a -1 se todos não praticarem e zero se metade praticar. Isto é, a magnitude do incremento ou redução na intenção devido ao ambiente social depende de quão prevalente é o comportamento na rede proximal e na comunidade.

Na Equação 2, o n é o tamanho da rede proximal, definido pelo parâmetro `network.size`, é idêntico para todos e, para cada pessoa, contém sempre o mesmo conjunto de pessoas em todas as semanas. Já na Equação 3, o n depende de quantas pessoas estão dentro do raio de percepção, definido pelo parâmetro `perception.radius`, e qual é a proporção dentro desse raio percebida a cada semana, definida pelo parâmetro `observed.comm`. Isto é, cada pessoa tem um n , que pode se referir a um conjunto de pessoas diferentes a cada semana.

A segunda parte das Equações 2 e 3 calcula o *log-odds* da probabilidade condicional de que as pessoas da rede proximal ou da comunidade percebida escolherão praticar atividade física no lazer se essa for a melhor opção. De forma simples, essa medida pode ser interpretada como quão confiante uma pessoa está de que o comportamento dos seus vizinhos reflete a melhor opção (*i.e.*, eles agem assim porque é o melhor a ser feito). As Equações 2 e 3 permitem α diferentes, possibilitando pesos diferentes aos comportamentos da rede proximal e da comunidade em geral. No caso de não haver ninguém na comunidade percebida, $c_{i,t}$ é igual a zero.

Tanto o $p_{i,t}$ como o $c_{i,t}$ são expressos em *log-odds*. O uso do *log-odds* nessas e outras equações a seguir facilita a computação por cancelar as constantes de normalização que advêm

do uso do teorema de Bayes e por simplificar as operações aritméticas que relacionam os termos das equações (MARTINS, 2008). Também garante que após todos os cálculos a intenção na escala original nunca ultrapasse seus limites de 0,03 e 0,97, garantindo a consistência lógica do modelo, já que a intenção também pode ser interpretada como uma probabilidade.

Além do ambiente social, o comportamento na semana anterior da pessoa também influencia a sua intenção. A Equação 4 calcula essa influência também a partir de uma adaptação do modelo de Martins (2008):

$$l_{i,t} = b_{i,t-1} \left[\ln \left(\frac{\alpha_b}{1 - \alpha_b} \right) \right] \quad (4)$$

Em que $l_{i,t}$ é o incremento ou redução na intenção da pessoa i na semana t por conta do seu comportamento, $b_{i,t-1}$ é comportamento da pessoa i na semana $t-1$ e α_b é a probabilidade condicional de que a pessoa vai escolher praticar atividade física no lazer se essa for a melhor opção. Como nas Equações 2 e 3, o termo $b_{i,t-1}$ pode assumir dois valores (+1 ou -1), a segunda parte calcula o *log-odds* da probabilidade condicional de que a pessoa escolherá praticar atividade física no lazer se essa for a melhor opção e $l_{i,t}$ é expresso em *log-odds*.

Com os resultados das Equações 1 a 4, o novo valor de intenção é calculado pela Equação 5, com o auxílio das Equações 6 a 8:

$$i_{i,t} = i_{i,t-1} + w_{i,t}(k_{i,t} + y_{h,i}) \quad (5)$$

$$w_{i,t} = 1 - \frac{|i_{i,t-1}|}{3,5} \quad (6)$$

$$k_{i,t} = p_{i,t} + c_{i,t} + l_{i,t} \quad (7)$$

$$y_{h,i} = \left[\ln \left(\frac{u_{h,i}}{1 - u_{h,i}} \right) \right] \frac{1}{r} \quad (8)$$

Em que $i_{i,t}$ é a intenção da pessoa i na semana t , $i_{i,t-1}$ é intenção da pessoa i na semana $t-1$, $w_{i,t}$ (obtido pela Equação 6) representa a força da intenção da pessoa i na semana t , $k_{i,t}$ (obtido pela Equação 7) é o total de incremento ou redução de intenção da pessoa i na semana t devido ao comportamento dela e das pessoas que ela observou de sua rede proximal e comunidade na semana anterior e $y_{h,i}$ (obtido pela Equação 8) é o *log-odds* da maior utilidade percebida pela pessoa i ($u_{h,i}$), com escala ajustada por r .

A escala original de intenção tem limites em 0,03 e 0,97 em vez de zero e um, porque por mais baixa ou alta que seja a intenção, sempre há alguma possibilidade de se adotar o comportamento contrário. No entanto, $i_{i,t}$ e $i_{i,t-1}$ são expressos em *log-odds*, assim como $k_{i,t}$ e $y_{h,i}$, pelas razões já comentadas anteriormente.

Na Equação 6, o denominador igual a 3,5 garante que quanto mais a intenção se aproxima dos seus limites inferior e superior (*i.e.*, 0,03 e 0,97, cujo módulo do *log-odds* é aproximadamente 3,5), menor a influência dos ambientes físico construído e social e do comportamento da pessoa na semana anterior sobre a sua intenção.

Na Equação 8, o termo $u_{h,i}$ é transformado em *log-odds* por duas razões. Primeiramente, para manter a mesma escala dos demais termos da Equação 5. Em segundo lugar, nessa escala um valor de $u_{h,i}$ igual a 0,5 representa um ambiente que não modifica a intenção da pessoa, já que o *log-odds* é igual a zero. Valores superiores a 0,5 (*i.e.*, melhores ambientes) modificam positivamente a intenção e valores inferiores (*i.e.*, piores ambientes), negativamente. O valor é dividido pelo termo r para ajustar a escala de magnitude de efeito do ambiente físico construído.

Por fim, a intenção na semana t é transformada na probabilidade de praticar atividade física no lazer naquela semana por meio da Equação 9:

$$Prob(b_{i,t}) = \frac{e^{i,t}}{1 + e^{i,t}} \quad (9)$$

Em que $Prob(b_{i,t})$ é a probabilidade de a pessoa i praticar atividade física no lazer na semana t e $e^{i,t}$ é o exponencial da intenção da pessoa i na semana t . A Equação 9 transforma o resultado das operações em *log-odds* em um valor em uma escala contínua. Para ser consistente com os limites nos valores de intenção, a $Prob(b_{i,t})$ é delimitada em 0,03 e 0,97, pois por mais extrema que seja a intenção, ainda assim o comportamento adotado naquela semana pode não ser o mais provável. Caso não haja qualquer local em que atividade física no lazer pode ser praticada no raio de percepção da pessoa, a probabilidade de prática é zero. Baseado nessa probabilidade, o comportamento de cada pessoa é atualizado na semana t e todo o ciclo recomeça na semana $t+1$, a partir da Equação 2.

O Quadro 5 resume todos os parâmetros utilizados para definir um cenário e partir dos quais os termos das equações são gerados.

Quadro 5. Parâmetros do modelo.

Parâmetro	Significado	Escala e domínio	Valor inicial
<i>Globais</i>			
prop.low	Proporção de pessoas com baixa intenção no início da simulação	Contínua, 0 a 1	0,25
min.low.in	Limite inferior da distribuição de intenção no início da simulação das pessoas com baixa intenção	Contínua, 0,03 a 0,97	0,03
max.low.in	Limite superior da distribuição de intenção no início da simulação das pessoas com baixa intenção	Contínua, 0,03 a 0,97	0,30
min.high.in	Limite inferior da distribuição de intenção no início da simulação das demais pessoas	Contínua, 0,03 a 0,97	0,31
max.high.in	Limite superior da distribuição de intenção no início da simulação das demais pessoas	Contínua, 0,03 a 0,97	0,97
α_b (alpha.behavior)	Probabilidade condicional de que a pessoa escolherá praticar AFL se essa for a melhor opção	Contínua, 0 a 1	0,5014
perception.radius	Raio de percepção das pessoas	Contínua, 0 a 50	9,0
<i>Ambiente social</i>			
network.size	Tamanho da rede proximal	Discreta, 1 a 2000	10
rewiring.probab	Probabilidade de se trocar um laço da rede proximal inicial por qualquer outra pessoa fora da rede	Contínua, 0 a 1	0,15
observed.comm	Proporção de pessoas percebidas dentro do raio de percepção a cada semana	Contínua, 0 a 1	0,25
α_p (alpha.network)	Probabilidade condicional de que as pessoas da rede proximal vão escolher praticar AFL se essa for a melhor opção	Contínua, 0 a 1	0,5012
α_c (alpha.comm)	Probabilidade condicional de que as pessoas da comunidade percebida vão escolher praticar AFL se essa for a melhor opção	Contínua, 0 a 1	0,5010

Continua

Quadro 5. Parâmetros do modelo (*continuação*).

Parâmetro	Significado	Escala e domínio	Valor inicial
<i>Ambiente físico construído</i>			
prop.ltpa.sites	Proporção de locais em que AFL pode ser praticada	Contínua, 0 a 1	0,015
min.activites	Quantidade mínima de atividades disponíveis nos locais em que AFL pode ser praticada	Discreta, 1 a 10	1
max.activities	Quantidade máxima de atividades disponíveis nos locais em que AFL pode ser praticada	Discreta, 1 a 10	10
mean.ql	Média da qualidade dos locais em que AFL pode ser praticada	Contínua, 0 a 1	0,5
sd.ql	Desvio-padrão da qualidade dos locais em que AFL pode ser praticada	Contínua, 0 a 1	0,15
mean.perception	Média da avaliação subjetiva dos locais em que AFL pode ser praticada	Contínua, 0 a $+\infty$	1,0
sd.perception	Desvio-padrão da avaliação subjetiva dos locais em que AFL pode ser praticada	Contínua, 0 a $+\infty$	0,15
r	Fator de ajuste de escala da magnitude de efeito do ambiente físico construído	Contínua, 1 a $+\infty$	100

AFL = atividade física no lazer.

4.3 PARAMETRIZAÇÃO, ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA E DE SENSIBILIDADE

4.3.1 Parametrização

Dois padrões foram utilizados como referencial para ajustar e analisar o modelo: as tendências temporais da prática de atividade física no lazer e da distribuição populacional de intenção em praticar atividade física no lazer.

Quanto ao primeiro padrão, estudos em diversos locais do mundo com populações adultas apontaram proporções de pessoas praticando atividade física no lazer estáveis ou com pequeno crescimento, normalmente inferior a um ponto percentual ao ano, em períodos variando de cinco a 10 anos, período equivalente às simulações nesta tese. Devido às particularidades em relação às localidades dos estudos, aos instrumentos utilizados, ao período monitorado e ao momento histórico, os patamares das proporções variaram de 35 a 50% (CRUZ, 2015; JUNEAU; POTVIN, 2010; KNUTH; HALLAL, 2009; MIELKE et al., 2014; NUNES et al., 2015; ROMÁN-VIÑAS et al., 2007; SILVA et al., 2014; STAMATAKIS; CHAUDHURY, 2008).

Em relação ao segundo padrão, a informação desejada era a evolução temporal da distribuição populacional de intenção em praticar atividade física no lazer em adultos. Como *proxy* de intenção, buscou-se também pela distribuição populacional de estágios de mudança de comportamento, constructo parte do modelo transteórico (PROCHASKA; REDDING; EVERS, 2008). No entanto, a busca na literatura não retornou nenhum trabalho com essa informação. Dessa forma, buscaram-se estudos transversais de base populacional, nos quais só distribuições de estágios de mudança de comportamento foram encontradas. Em geral, as distribuições apresentaram forma de U, com maiores proporções nos estágios de manutenção (de 25 a 45%) e pré-contemplação (de 20 a 35%). Os estágios de contemplação e preparação

alternaram a terceira maior proporção (em torno de 15% cada) e o estágio de ação é o que apresentou os menores valores (em torno de 5%) (BULL et al., 2001; DUMITH; GIGANTE; DOMINGUES, 2007; KEARNEY et al., 1999; LAFORGE et al., 1999).

Portanto, esperou-se que o modelo fosse capaz de reproduzir cenários em que a prática de atividade física no lazer fosse estável ou tivesse pequeno crescimento no decorrer do tempo e que apresentasse uma distribuição populacional de intenção em forma de U.

A última coluna do Quadro 5 apresenta os valores definidos para todos os parâmetros do modelo. Tamanho da rede proximal (*network.size*), da comunidade percebida (*observed.comm*) e a quantidade/densidade de espaços em que atividade física no lazer pode ser praticada (*prop.ltpa.sites*) foram definidos com base em informações empíricas.

Estudos apontam que, em geral, adultos reportam de cinco a 20 pessoas que consideram próximas, com moda em torno de 10 (CARROLL, 2004; ROBERTS et al., 2009; STILLER; DUNBAR, 2007). Ao mesmo tempo, parece haver um limite para a quantidade de pessoas de quem se consegue integrar e atualizar informações, em torno de 100 a 300 (HILL; DUNBAR, 2003; KANAI et al., 2012; STILLER; DUNBAR, 2007).

Quanto à quantidade/densidade de espaços em que atividade física no lazer pode ser praticada, apesar da alta heterogeneidade metodológica entre os aspectos metodológicos dos estudos, pareceu plausível e consistente, com base nas informações obtidas na literatura, que cada adulto reconheça de nenhum a oito locais de prática, com média em torno de três (ESTABROOKS; LEE; GYURCSIK, 2003; HALONEN et al., 2015; HINO, 2014).

O raio de percepção do indivíduo (*perception.radius*) foi definido de forma a ser consistente com o tamanho da comunidade percebida (*observed.comm*), a quantidade/densidade de espaços em que atividade física no lazer pode ser praticada (*prop.ltpa.sites*) e com os padrões sistêmicos relatados na literatura. Um raio de percepção de tamanho nove equivale 254 (10%) células da grade. A média de quantidade de pessoas dentro

do raio é igual 170 (desvio-padrão = 40, mínimo = 50, máximo = 240) e de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada é 3,2 (desvio-padrão = 1,8, mínimo = 0, máximo = 9).

Os parâmetros *prop.low*, *min.low.in*, *max.low.in*, *min.high.in* e *max.high.in* foram definidos de forma que a distribuição inicial de intenção e a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer se assemelhassem às reportadas na literatura.

Para os demais parâmetros, foi definido um valor que reproduzisse as tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção esperadas, já que para eles não foram encontrados dados empíricos para a parametrização. Informações da revisão da literatura foram consideradas para garantir coerência conceitual, como no caso dos parâmetros *alpha.behavior*, *alpha.network* e *alpha.comm*, em que seus valores decrescentes basearam-se na informação de que comportamento da própria pessoa tem tamanho de efeito maior sobre a sua intenção do que o comportamento das pessoas próximas e da comunidade em geral.

Como exemplo, uma pessoa nesse cenário com intenção de 0,506, que tenha praticado atividade física no lazer na semana anterior, assim como 60% da rede proximal e 47% da comunidade percebida também tenha praticado, e que o melhor local em que atividade física no lazer pode ser praticada dentro seu raio de percepção tenha utilidade percebida de 0,455 (*i.e.*, de utilidade neutra à baixa), terá sua intenção atualizada para 0,508 (ou em uma escala percentual, em 0,2 ponto percentual).

A Figura 7 apresenta as tendências temporais de pessoas praticando atividade física no lazer e de pessoas com baixa, intermediária e alta intenção (*outputs* do modelo), gerados a partir do cenário com os valores dos parâmetros apresentados no Quadro 5. Observou-se que esse cenário foi capaz de reproduzir os padrões temporais reportados na literatura, com a prevalência de atividade física no lazer estável em torno de 48% no decorrer dos anos, enquanto a

distribuição populacional de intenção apresentou forma de U, com proporções crescentes de pessoas com baixa e alta intenção com o tempo.

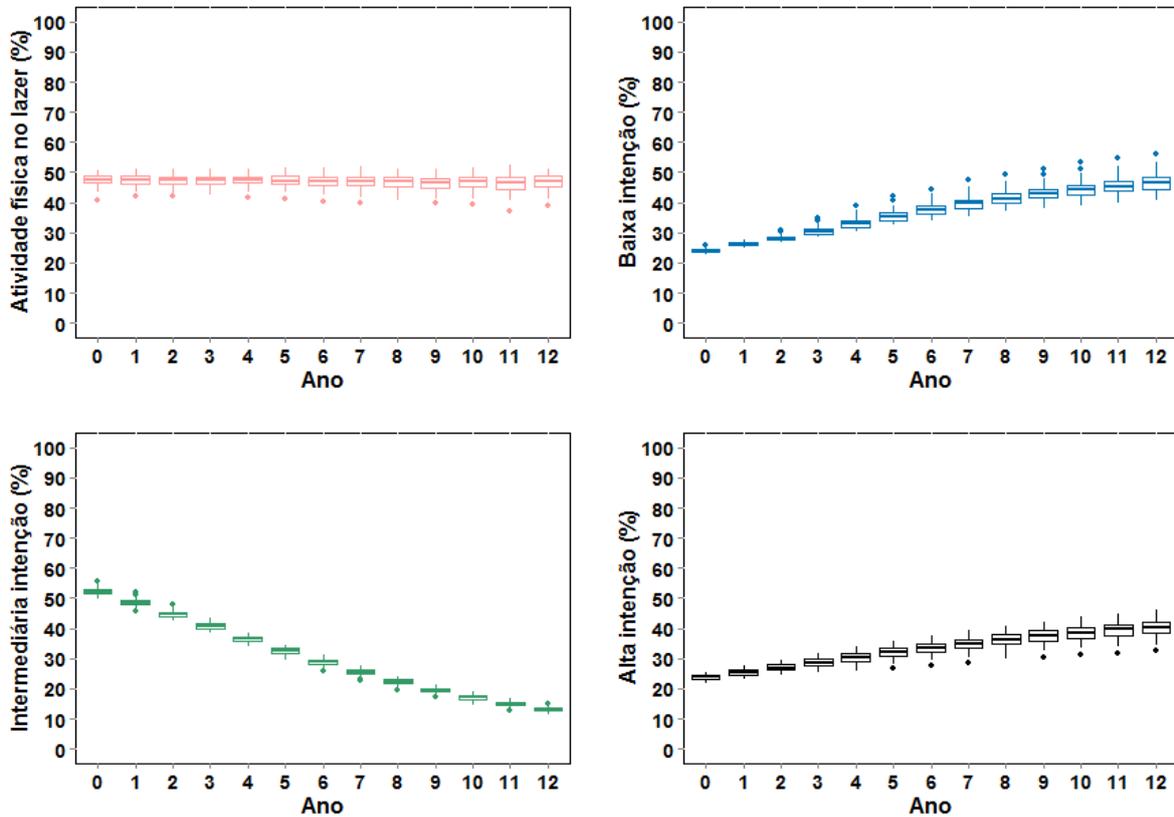


Figura 7. *Outputs* do cenário investigado do modelo obtidos a cada 52 iterações (equivalente a anualmente), sumarizados a partir 80 replicações. Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

4.3.2 Análise de Consistência

Os resultados da análise de consistência foram sumarizados em 169 gráficos (além de 26 planilhas). Todos os arquivos, assim como os *outputs* originais das replicações, podem ser acessados no disco compacto que acompanha esta tese (Anexo 11).

A Figura 8 exemplifica os resultados que foram analisados para cada quantidade de replicações (m) e obtidos em intervalos de 52 iterações (equivalente a intervalos de um ano) por 624 iterações (totalizando 12 anos). De acordo com a figura, sumarizar os resultados do 10º ano de um cenário a partir de apenas cinco replicações pode levar a observações muito influenciadas pela estocasticidade e, portanto, pouco consistentes e confiáveis. O contrário pode ser interpretado em relação ao uso de 80 replicações.

Para facilitar as comparações e a escolha da quantidade adequada de replicações, a Figura 9 apresenta a mediana e o valor máximo do escore do Teste A de Vargha-Delaney para cada quantidade de replicações, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano).

A análise do conjunto dos gráficos e planilhas de todos os anos da simulação apontou resultados similares aos ilustrados nas Figuras 8 e 9, que se referem somente ao 10º ano, indicando que o incremento na quantidade de replicações reduziu a incerteza devida à estocasticidade para as tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção. A redução da mediana dos escores do Teste A de Vargha-Delaney pareceu estabilizar ao redor de 60 replicações em todos os anos, como ilustrado na Figura 9. No entanto, o valor máximo dos escores continuou a decrescer até em torno de 80 replicações, ponto em que apenas pequenas diferenças foram observadas entre as 20 distribuições.

Portanto, definiu-se 80 replicações como a quantidade mínima para se obter tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção confiáveis e cujas incertezas são pouco influenciadas pela estocasticidade.

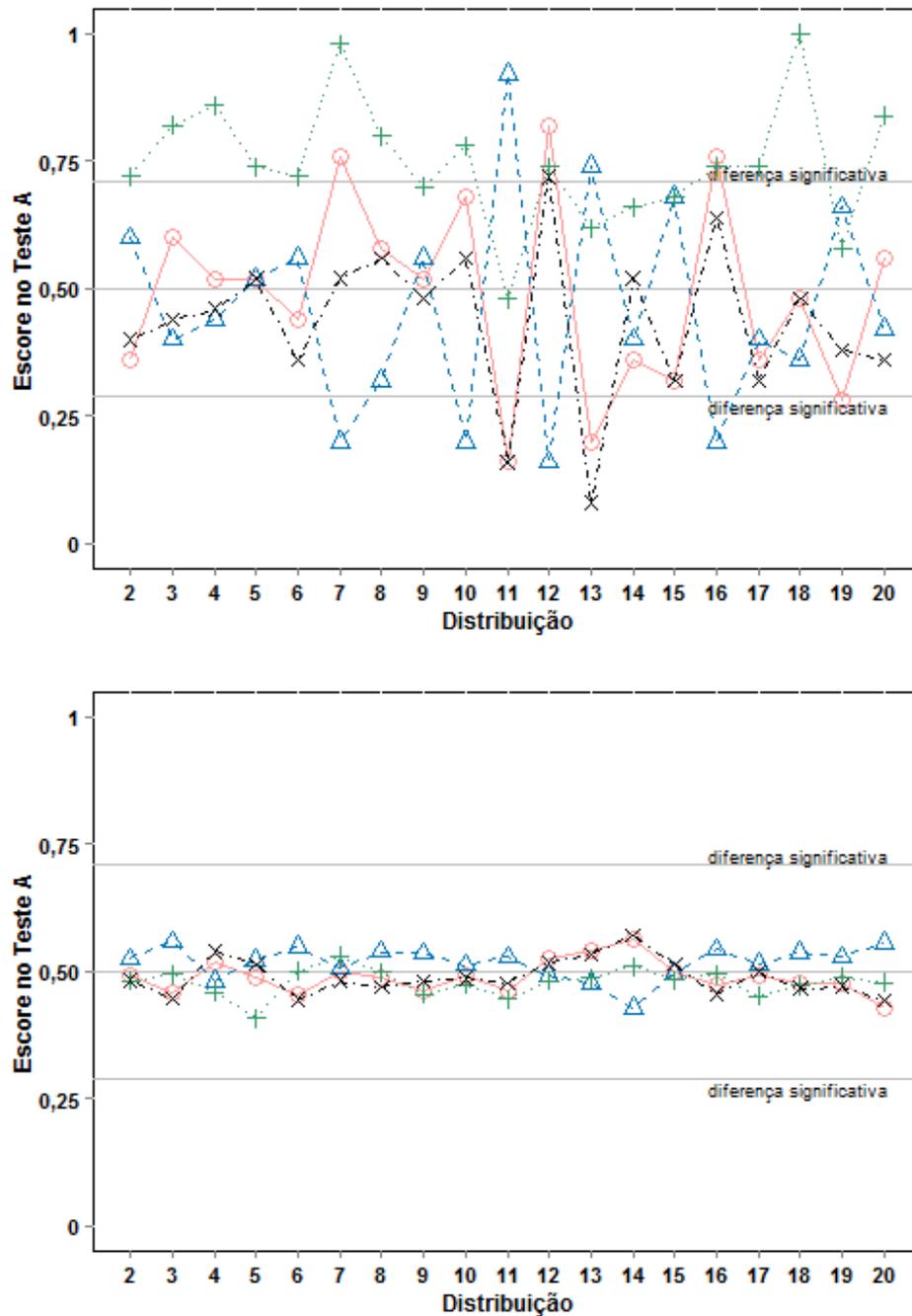


Figura 8. Resultados do Teste A de Vargha-Delaney para cinco (gráfico superior) e 80 (gráfico inferior) replicações, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

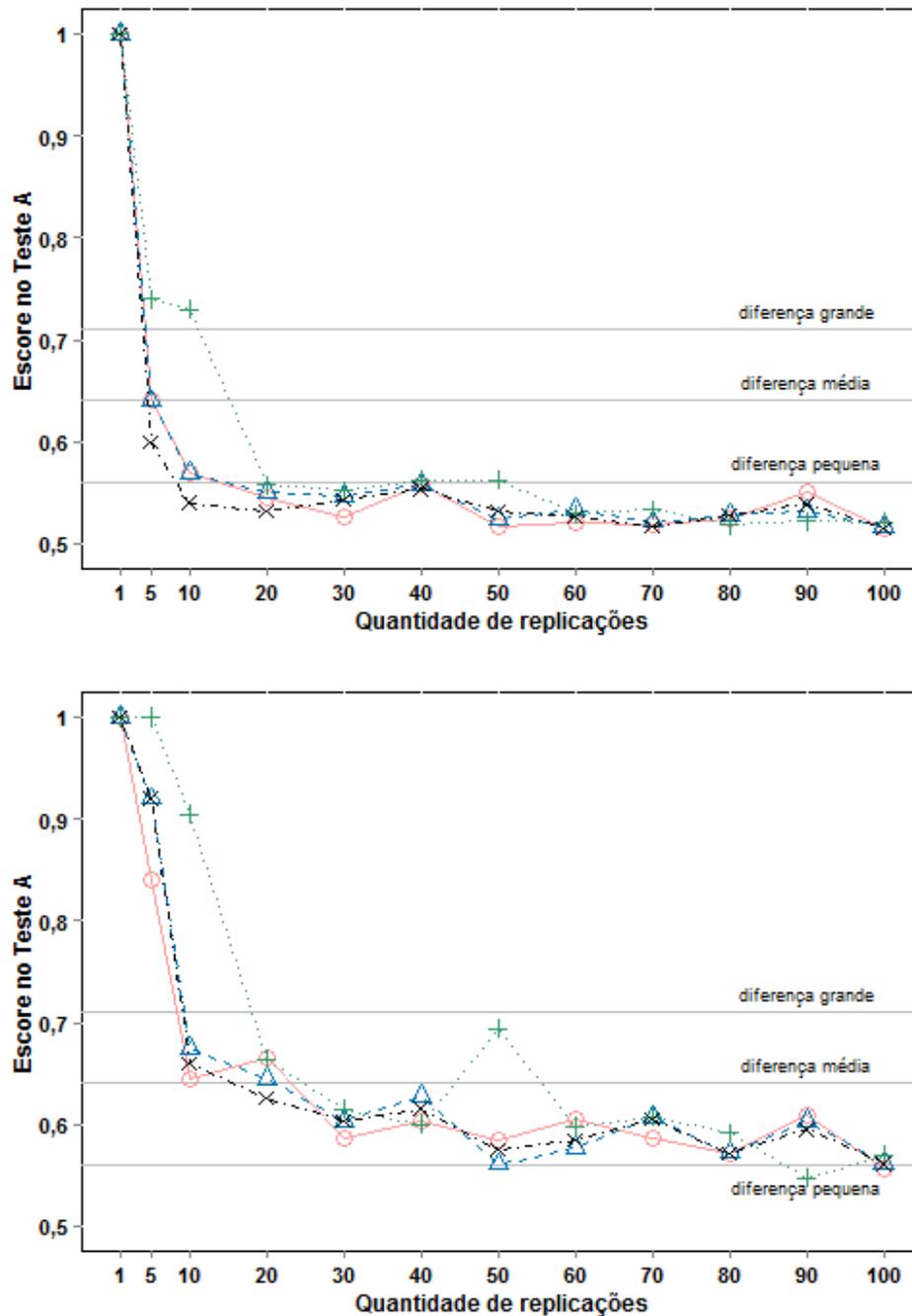


Figura 9. Mediana (gráfico superior) e valor máximo (gráfico inferior) dos escores do Teste A de Vargha-Delaney para cada quantidade de replicações, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

4.3.3 Análise de Sensibilidade Individualizada

Os parâmetros e os valores analisados nesta etapa estão na Tabela 1. Para cada cenário foram executadas 80 replicações, quantidade definida como suficiente após a análise de consistência.

Tabela 1. Parâmetros e espaço de valores investigados na análise de sensibilidade individualizada.

Parâmetros	Espaço de valores		
	Limite inferior	Limite superior	Incremento
<i>Globais</i>			
Influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção (alpha.behavior)	0,5000	0,5020	0,0002
Tamanho do raio de percepção da pessoa (perception.radius)	5	13	1
<i>Ambiente social</i>			
Tamanho da rede proximal (network.size)	2	20	2
Proporção de pessoas percebidas dentro do raio de percepção a cada semana (observed.comm)	0,10 – 0,25 – 0,33 – 0,50 – 0,66 – 0,75 – 0,90		
Influência do comportamento da rede proximal sobre a intenção da pessoa (alpha.network)	0,5000	0,5020	0,0002
Influência do comportamento da comunidade percebida sobre a intenção da pessoa (alpha.comm)	0,5000	0,5020	0,0002

Continua

Tabela 1. Parâmetros e espaço de valores investigados na análise de sensibilidade individualizada (*continuação*).

Parâmetros	Espaço de valores		
	Limite inferior	Limite superior	Incremento
<i>Ambiente físico construído</i>			
Proporção de locais em que AFL pode ser praticada (prop.ltpa.sites)	0,5	5,0	0,5
Quantidade mínima de atividades disponíveis nos locais em que AFL pode ser praticada (min.activities)	1	10	1
Quantidade máxima de atividades disponíveis nos locais em que AFL pode ser praticada (max.activities)	1	10	1
Média da qualidade dos locais em que AFL pode ser praticada (mean.ql)	0	1	0,1
Desvio-padrão da qualidade dos locais em que AFL pode ser praticada (sd.ql)	0,00	0,50	0,05
Média da avaliação subjetiva dos locais em que AFL pode ser praticada (mean.perception)	0,6	1,4	0,1
Desvio-padrão da avaliação subjetiva dos locais em que AFL pode ser praticada (sd.perception)	0,00	0,50	0,05
Fator de ajuste de escala da magnitude de efeito do ambiente físico construído (r)	20	200	20

AFL = atividade física no lazer.

Os resultados da análise de sensibilidade individualizada foram reportados em 910 gráficos (além de 182 planilhas), 65 gráficos (13 planilhas) para cada um dos 14 parâmetros. Por conta das limitações de espaço para apresentar a totalidade dessas informações no corpo da tese, todos os arquivos, assim como os *outputs* originais referentes à varredura do espaço de valores de cada parâmetro, podem ser acessados no disco compacto que acompanha a tese (Anexo 11).

As Figuras 10 a 12 exemplificam os resultados que foram analisados para aferir a sensibilidade do modelo a cada parâmetro. Nessas figuras, a proporção de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada ($prop.ltpa.sites$) e o desvio-padrão da qualidade desses locais ($sd.ql$) ilustram parâmetros para os quais o modelo é sensível e insensível, respectivamente. O Quadro 6 sumariza os resultados obtidos a partir da análise dos gráficos e planilhas dos 14 parâmetros.

O modelo é altamente sensível a três parâmetros: a influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção ($alpha.behavior$), o tamanho do raio de percepção da pessoa ($perception.radius$) e a proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada ($prop.ltpa.sites$).

A influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção ($alpha.behavior$) teve baixo impacto na proporção de pessoas praticando atividade física no lazer, mas alto impacto sobre a proporção de pessoas em cada nível de intenção. Quanto mais forte a influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção, mais pessoas apresentaram baixa ou alta intenção e menos se mantiveram na faixa intermediária. Esse impacto também dependeu do tempo transcorrido na simulação, acentuando-se com o passar do tempo.

O tamanho do raio de percepção da pessoa ($perception.radius$) e a proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada ($prop.ltpa.sites$) tiveram alto impacto nas tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção. Em geral, quanto maiores o tamanho do raio de percepção e a proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada, maiores as proporções de pessoas praticando atividade física no lazer e de pessoas com intermediária e alta intenção, e menor a proporção de pessoas com baixa intenção. No entanto, essa relação é não linear, uma vez que quanto menores o tamanho do raio de percepção e a proporção de locais que a atividade física no lazer pode ser praticada, mais acentuados são as mudanças nas proporções de pessoas praticando atividade física no lazer

e em cada nível de intenção. Ademais, a partir de um determinado tamanho do raio de percepção e proporção de locais, o efeito deles permaneceu constante.

O modelo apresentou baixa a intermediária sensibilidade a outros três parâmetros: a influência do comportamento da rede proximal (*alpha.network*) e da comunidade percebida (*alpha.comm*) sobre a intenção da pessoa e a média da qualidade dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (*mean.ql*).

A influência do comportamento da rede proximal sobre a intenção da pessoa (*alpha.network*) teve baixo impacto nas proporções de pessoas praticando atividade física no lazer e de pessoas com alta intenção, e impacto mediano sobre as proporções de pessoas com baixa e intermediária intenção. A influência do comportamento da comunidade percebida sobre a intenção da pessoa (*alpha.comm*) teve baixo impacto nas quatro proporções. Em ambos os parâmetros, chamou a atenção que valores mais altos levaram a aumentos, ainda que modestos, na proporção de pessoas com baixa intenção, acentuando-se com o transcorrer do tempo na simulação. Ainda, para a influência do comportamento da comunidade percebida sobre a intenção da pessoa (*alpha.comm*), aumentos no valor do parâmetro também levaram a pequenas reduções na proporção de pessoas com alta intenção, que também se acentuaram com o passar do tempo.

O modelo também apresentou baixa sensibilidade à média da qualidade dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (*mean.ql*). Com o aumento da média da qualidade dos locais, a proporção de pessoas com alta intenção aumentou de forma leve. Ademais, quando a média da qualidade dos locais foi menor do que 0,5, a proporção de pessoas com baixa intenção aumentou, com a influência se acentuando quanto menor a qualidade e com o tempo.

Para os demais parâmetros, o modelo apresentou nenhuma ou muito baixa sensibilidade.

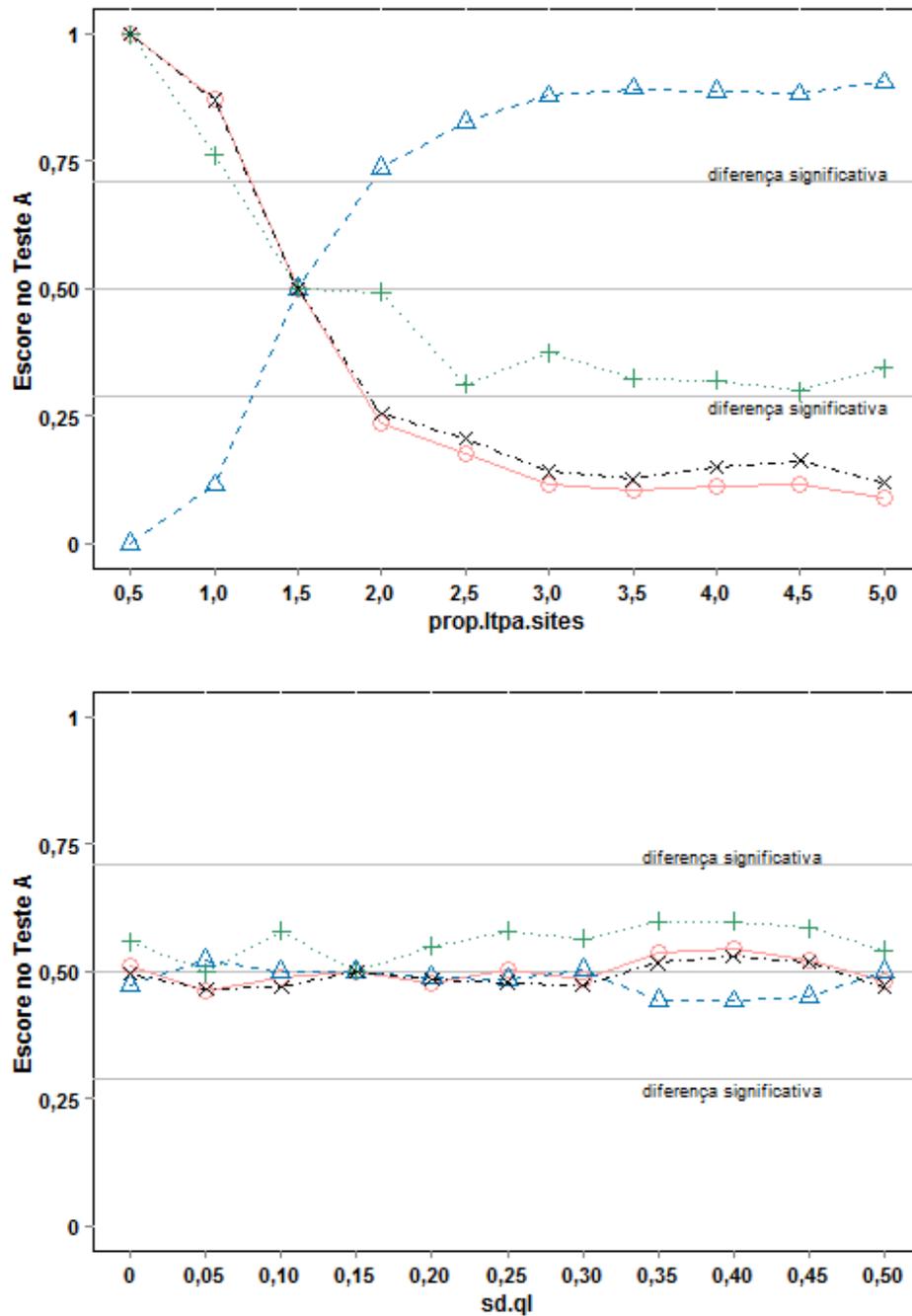


Figura 10. Escores do Teste A de Vargha-Delaney para a proporção de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (prop.ltpa.sites, gráfico superior) e o desvio-padrão da qualidade desses locais (sd.ql, gráfico inferior), obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

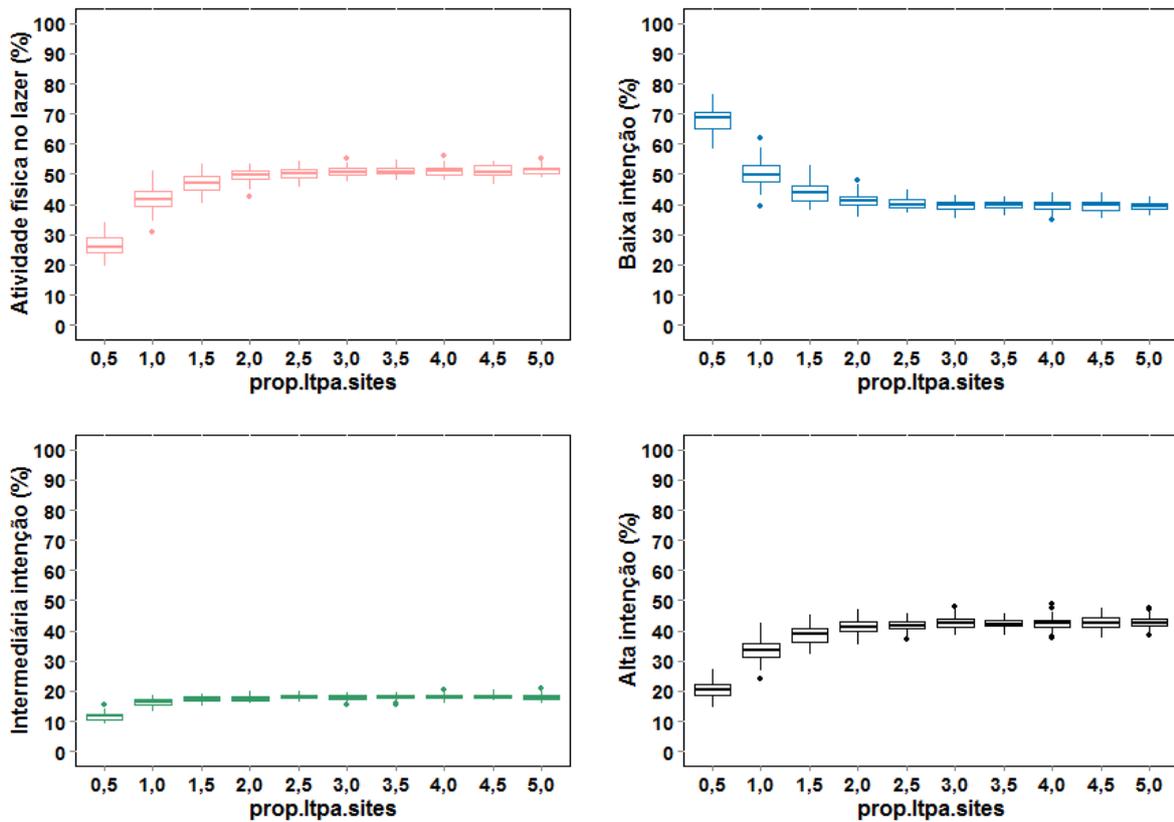


Figura 11. *Outputs* do modelo para as proporções de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (prop.ltpa.sites) testadas, obtidos na 520^a iteração (equivalente ao 10^o ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

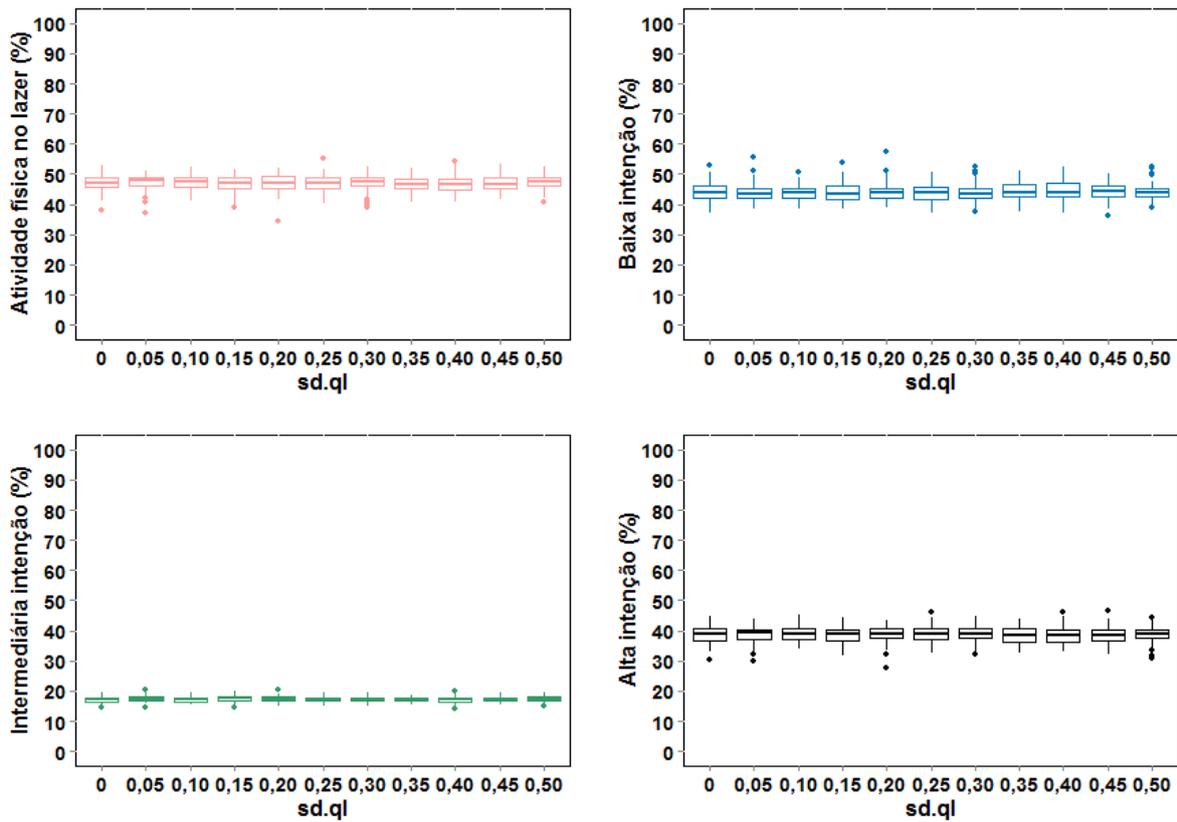


Figura 12. *Outputs* do modelo para os valores testados de desvio-padrão da qualidade dos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (sd.ql), obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

Quadro 6. Resumo dos resultados da análise de sensibilidade individualizada.

Parâmetro	% AFL	% Baixa intenção	% Intermediária intenção	% Alta intenção
<i>Globais</i>				
Influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção (alpha.behavior)*	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores menores do que a referência (0,5014), de forma mais acentuada quanto menor o valor e com o passar do tempo. - Boxplots: Em todos os anos, proporções semelhantes entre todos os valores testados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidade: Alta. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 de forma acentuada para valores que se afastam da referência (0,5014) até o ano 3, se estabiliza até o ano 5 e reduz a partir do ano 6, mas com diferenças ainda significativas. - Boxplots: Proporções aumentam com o aumento do parâmetro, com incrementos até o ano 10, quando estabiliza. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidade: Alta. - Teste A: Com o passar do tempo, os escores se afastam de 0,5 de forma cada vez mais acentuada para valores que se afastam da referência (0,5014). - Boxplots: Proporções e dispersões reduzem com o aumento do parâmetro, com reduções crescentes com o passar do tempo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidade: Alta. - Teste A: Com o passar do tempo, os escores se afastam de 0,5 de forma cada vez mais acentuada para valores que se afastam da referência (0,5014) até o ano 6, se estabiliza até o ano 7 e reduz a partir do ano 9, mas com diferenças ainda significativas. - Boxplots: Proporções aumentam com o aumento do parâmetro, com incrementos crescentes com o passar do tempo.
Tamanho do raio de percepção da pessoa (perception.radius)*	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidade: Alta. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (9), de forma mais acentuada quanto mais afastado o valor. - Boxplots: Em todos os anos, proporções aumentam de forma acentuada para valores de 5 a 11 e mantêm-se estáveis a partir de então. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidade: Alta. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (9), de forma mais acentuada quanto mais afastado o valor e com o tempo. - Boxplots: Em todos os anos, proporções reduzem de forma acentuada para valores de 5 a 11 e mantêm-se estáveis a partir de então. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidade: Alta. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (9), de forma mais acentuada quanto mais afastado o valor, especialmente para valores menores, e com o tempo. - Boxplots: Proporções aumentam de forma acentuada para valores de 5 a 11, e de forma ainda mais acelerada até o ano 4, e mantêm-se estáveis a partir de então. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidade: Alta. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (9), de forma mais acentuada quanto mais afastado o valor, especialmente para valores menores, e com o tempo. - Boxplots: Em todos os anos, proporções aumentam de forma acentuada para valores de 5 a 11 e mantêm-se estáveis a partir de então.

Continua

Quadro 6. Resumo dos resultados da análise de sensibilidade individualizada (*continuação*).

Parâmetro	% AFL	% Baixa intenção	% Intermediária intenção	% Alta intenção
<i>Ambiente social</i>				
Tamanho da rede proximal (network.size)	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	- Sensibilidade: Média. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores menores do que a referência (10), de forma mais acentuada para valores menores do que 5, a partir do ano 4. - Boxplots: Com o passar do tempo, proporções aumentam de forma acentuada para valores de 2 a 10 e mantêm-se estáveis a partir de então.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.
Proporção de pessoas percebidas dentro do raio de percepção a cada semana (observed.comm)	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.
Influência do comportamento da rede proximal sobre a intenção da pessoa (alpha.network)*	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores menores do que a referência (0,5012), de forma mais acentuada quanto menor o valor e com o passar do tempo, mas não de forma significativa. - Boxplots: Em todos os anos, proporções semelhantes entre todos os valores testados.	- Sensibilidade: Média. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores menores do que a referência (0,5012). A partir do ano 3, diferenças significativas para valores menores ou iguais a 0,5006. - Boxplots: Com o passar do tempo, leve tendência de proporções maiores com o aumento do parâmetro.	- Sensibilidade: Média. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (0,5012). A partir do ano 4, diferenças significativas surgem, se acentuam até o ano 7 e estabilizam a partir do ano 8. - Boxplots: Com o passar do tempo, tendência de proporções menores com o aumento do parâmetro.	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores menores do que a referência (0,5012), de forma mais acentuada quanto menor o valor e com o passar do tempo, mas não de forma significativa. - Boxplots: Em todos os anos, proporções semelhantes entre todos os valores testados e dispersões maiores com o aumento do parâmetro.

Continua

Quadro 6. Resumo dos resultados da análise de sensibilidade individualizada (*continuação*).

Parâmetro	% AFL	% Baixa intenção	% Intermediária intenção	% Alta intenção
Influência do comportamento da comunidade percebida sobre a intenção da pessoa (alpha.comm)*	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Com o passar do tempo, escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (0,501), mas não de forma significativa. - Boxplots: Com o passar do tempo, leve tendência de proporções menores com o aumento do parâmetro.	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Com o passar do tempo, escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (0,501), mas não de forma significativa. - Boxplots: Com o passar do tempo, leve tendência de proporções maiores e dispersões maiores com o aumento do parâmetro.	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Com o passar do tempo, escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (0,501), mas não de forma significativa. - Boxplots: Com o passar do tempo, leve tendência de proporções menores com o aumento do parâmetro.	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Com o passar do tempo, escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (0,501), mas não de forma significativa. - Boxplots: Com o passar do tempo, leve tendência de proporções menores e dispersões maiores com o aumento do parâmetro.
<i>Ambiente físico construído</i>				
Proporção de locais em que AFL pode ser praticada (prop.ltpa.sites)*	- Sensibilidade: Alta. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (1,5). - Boxplots: Em todos os anos, proporções aumentam de forma acentuada para valores de 0,5 a 2,5 e mantêm-se estáveis a partir de então.	- Sensibilidade: Alta. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (1,5) até o ano 3 e estabilizam a partir do ano 4. - Boxplots: Em todos os anos, proporções reduzem de forma acentuada para valores de 0,5 a 2,5 e mantêm-se estáveis a partir de então.	- Sensibilidade: Alta. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (1,5), especialmente para valores menores, até o ano 5 e estabilizam a partir do ano 6. - Boxplots: Em todos os anos, proporções aumentam de forma acentuada para valores de 0,5 a 2,5 e mantêm-se estáveis a partir de então.	- Sensibilidade: Alta. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores que se afastam da referência (1,5) até o ano 5 e estabilizam a partir do ano 6. - Boxplots: Proporções aumentam de forma acentuada para valores de 0,5 a 2,5 e mantêm-se estáveis a partir de então até o ano 4 e se estabilizam a partir do ano 5.
Quantidade mínima de atividades disponíveis nos locais em que AFL pode ser praticada (min.activities)	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.
Quantidade máxima de atividades disponíveis nos locais em que AFL pode ser praticada (max.activities)	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.

Continua

Quadro 6. Resumo dos resultados da análise de sensibilidade individualizada (*continuação*).

Parâmetro	% AFL	% Baixa intenção	% Intermediária intenção	% Alta intenção
Média da qualidade dos locais em que AFL pode ser praticada (mean.q1)*	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores menores do que a referência (0,5), mas não de forma significativa. - Boxplots: Em todos os anos, proporções semelhantes entre todos os valores testados.	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores menores do que a referência (0,5), mas não de forma significativa. - Boxplots: Com o passar do tempo, leve tendência de proporções maiores para valores menores do que 0,5.	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores menores do que a referência (0,5), mas não de forma significativa. - Boxplots: Em todos os anos, proporções semelhantes entre todos os valores testados.	- Sensibilidade: Baixa. - Teste A: Escores se afastam de 0,5 para valores menores do que a referência (0,5), mas não de forma significativa. - Boxplots: Com o passar do tempo, leve tendência de proporções maiores com o aumento do parâmetro.
Desvio-padrão da qualidade dos locais em que AFL pode ser praticada (sd.q1)	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.
Média da avaliação subjetiva dos locais em que AFL pode ser praticada (mean.perception)	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.
Desvio-padrão da avaliação subjetiva dos locais em que AFL pode ser praticada (sd.perception)	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.
Fator de ajuste de escala da magnitude de efeito do ambiente físico construído (r)	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.	Sensibilidade: Nenhuma ou muito baixa.

% = Proporção de [output analisado]. AFL = atividade física no lazer. * = parâmetro selecionado para análise de sensibilidade global.

4.3.4 Análise de Sensibilidade Global

Com base nos resultados da análise de sensibilidade individualizada, seis parâmetros foram analisados nesta etapa: a influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção (alpha.behavior), o tamanho do raio de percepção da pessoa (perception.radius), a influência do comportamento da rede proximal (alpha.network) e da comunidade percebida (alpha.comm) sobre a intenção da pessoa, a proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (prop.ltpa.sites) e a média da qualidade desses locais (mean.ql) (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros e espaço de valores investigados na análise de sensibilidade global.

Parâmetros	Espaço de valores	
	Limite inferior	Limite superior
<i>Globais</i>		
Influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção (alpha.behavior)	0,500	0,503
Tamanho do raio de percepção da pessoa (perception.radius)	1	15
<i>Ambiente social</i>		
Influência do comportamento da rede proximal sobre a intenção da pessoa (alpha.network)	0,500	0,503
Influência do comportamento da comunidade percebida sobre a intenção da pessoa (alpha.comm)	0,500	0,503
<i>Ambiente físico construído</i>		
Proporção de locais em que AFL pode ser praticada (prop.ltpa.sites)	0,5	5,0
Média da qualidade dos locais em que AFL pode ser praticada (mean.ql)	0	1

AFL = atividade física no lazer.

Os resultados da análise de sensibilidade global foram sumarizados em 325 gráficos (além de 26 planilhas). Como nas análises anteriores, por conta das limitações de espaço para apresentar todas essas informações neste documento, todos os arquivos e os *outputs* originais podem ser acessados no disco compacto que acompanha a tese (Anexo 11). A Tabela 3 resume os coeficientes de correlação de postos parciais observados.

Verificou-se que a influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção (*alpha.behavior*) e o tamanho do raio de percepção da pessoa (*perception.radius*) tiveram tamanhos de efeito grandes sobre a tendência temporal dos níveis intenção. A média do tamanho de efeito do tamanho do raio de percepção sobre a proporção de pessoas com intenção intermediária aumentou em 0,07 ao se retirar o coeficiente de correlação destoante (*outlier*) de -0,10 (mínimo = 0,64; média = 0,72; desvio-padrão = 0,03). A proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (*prop.ltpa.sites*) apresentou tamanho de efeito moderado sobre as proporções de pessoas com baixa e alta intenção.

O tamanho do raio de percepção da pessoa (*perception.radius*) e a proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (*prop.ltpa.sites*) apresentaram tamanhos de efeito grandes sobre a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer e, ao mesmo tempo, correlação negativa com a proporção de pessoas com baixa intenção e positiva com a proporção de pessoas com alta intenção.

A influência do comportamento da rede proximal (*alpha.network*) e da comunidade percebida (*alpha.comm*) sobre a intenção da pessoa tiveram tamanhos de efeito pequenos, mas em direção não esperada sobre a distribuição de intenção: quanto mais forte foi o efeito do ambiente social, maior foi a proporção de pessoas com baixa intenção e menor com intenção intermediária.

Por fim, a influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção (*alpha.behavior*) e a média da qualidade dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (*mean.ql*)

apresentaram tamanho de efeito pequeno sobre a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer.

As Figuras 13 a 18 ilustram os gráficos de dispersão analisados para identificar efeitos não-lineares dos seis parâmetros analisados nesta etapa sobre as proporções de pessoas praticando atividade física no lazer e em cada nível de intenção. Em geral, incrementos/reduções mais acentuados nessas proporções ocorreram na faixa inicial de valores dos parâmetros, mesmo quando o tamanho de efeito era pequeno. Esse padrão foi mais forte para o tamanho do raio de percepção da pessoa (`perception.radius`) (Figura 14).

Outro parâmetro com comportamento interessante foi a proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (`prop.ltpa.sites`) (Figura 17). Na faixa inicial de valores, ocorreram incrementos/reduções nas proporções de pessoas praticando atividade física no lazer e em cada nível de intenção, seguidas de uma fase de achatamento do efeito e de nova retomada dos incrementos/reduções em seguida.

Notou-se também que nenhum parâmetro elevou a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer além de em torno de 50%.

Tabela 3. Coeficientes de correlação de postos parciais obtidos a partir da análise de sensibilidade global.

Parâmetros	% AFL				% Baixa intenção				% Intermediária intenção				% Alta intenção			
	mín	máx	\bar{x}	dp	mín	máx	\bar{x}	dp	mín	máx	\bar{x}	dp	mín	máx	\bar{x}	dp
<i>Globais</i>																
alpha.behavior	0,18	0,36	0,31	0,06	0,61	0,80	0,70	0,06	-0,95	-0,89	-0,91	0,02	0,63	0,69	0,68	0,02
perception.radius	0,92	0,94	0,93	0,01	-0,84	-0,80	-0,83	0,01	-0,10	0,74	0,65	0,24	0,81	0,86	0,84	0,02
<i>Ambiente social</i>																
alpha.network	-0,16	-0,07	-0,11	0,03	0,23	0,28	0,26	0,02	-0,46	-0,28	-0,37	0,05	-0,11	-0,04	-0,06	0,02
alpha.comm	-0,07	0,01	-0,05	0,02	0,19	0,22	0,21	0,01	-0,29	-0,08	-0,15	0,06	-0,06	-0,02	-0,04	0,01
<i>Ambiente físico construído</i>																
prop.ltpa.sites	0,69	0,76	0,72	0,02	-0,52	-0,43	-0,47	0,03	0,10	0,30	0,25	0,05	0,48	0,55	0,51	0,02
mean.ql	0,18	0,24	0,21	0,02	-0,17	-0,04	-0,11	0,04	0,03	0,26	0,07	0,07	0,10	0,13	0,12	0,01

% = Proporção de [output analisado]. AFL = atividade física no lazer. dp = desvio-padrão.

alpha.behavior = influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção.

perception.radius = tamanho do raio de percepção da pessoa.

alpha.network = influência do comportamento da rede proximal sobre a intenção da pessoa.

alpha.comm = influência do comportamento da comunidade percebida sobre a intenção da pessoa.

prop.ltpa.sites = proporção de locais em que AFL pode ser praticada.

mean.ql = média da qualidade dos locais em que AFL pode ser praticada.

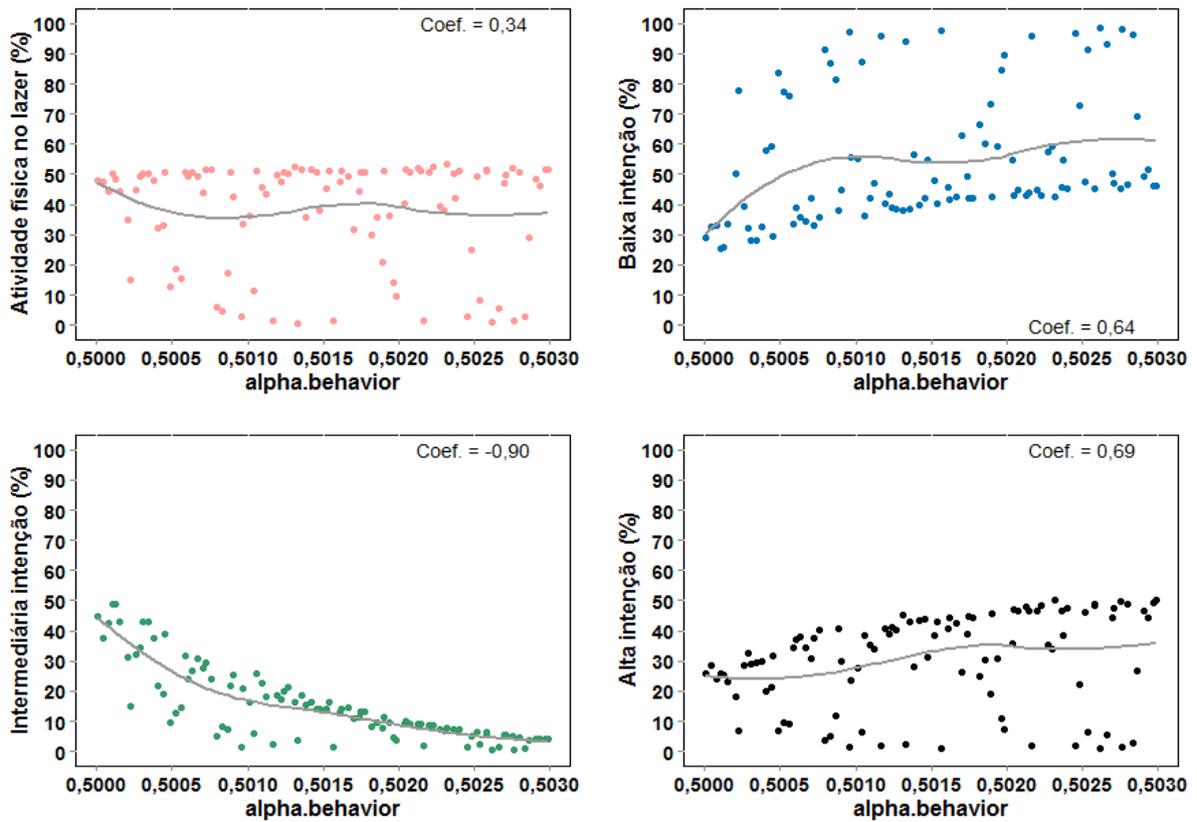


Figura 13. Correlação entre a influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção (alpha.behavior) e os *outputs* do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

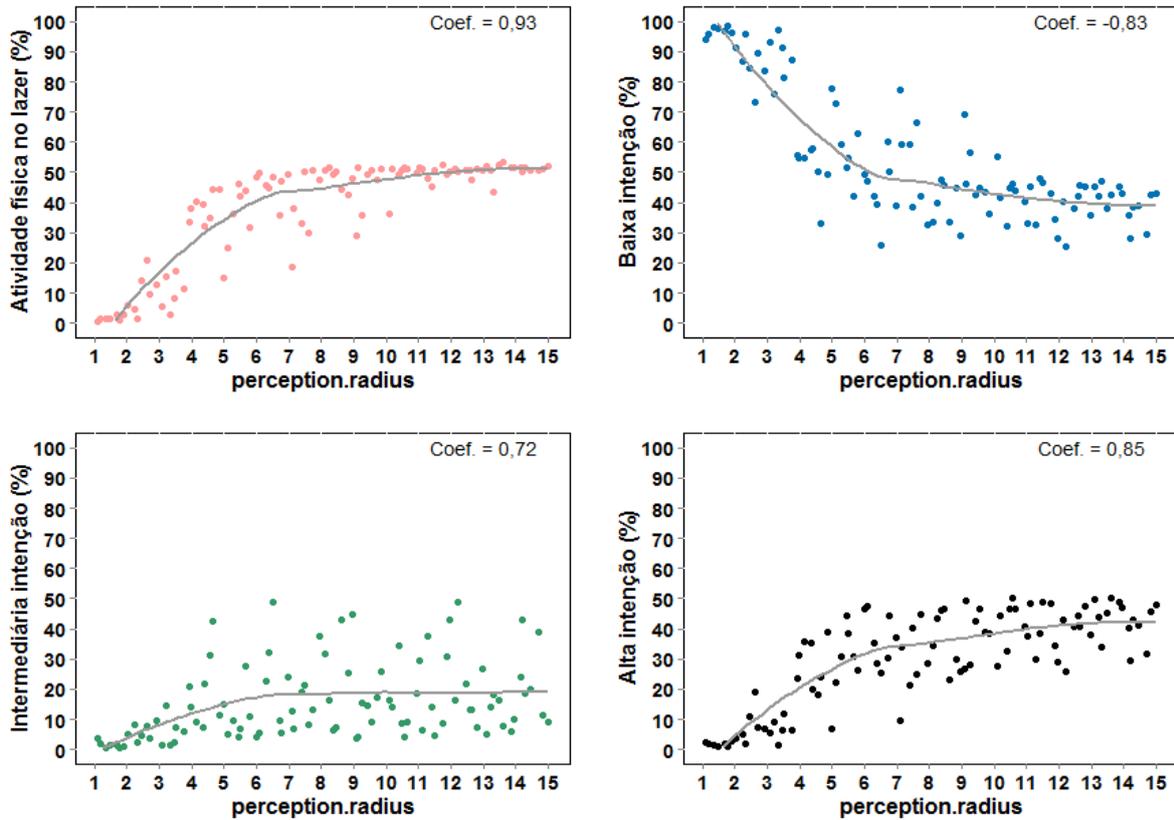


Figura 14. Correlação entre o tamanho do raio de percepção da pessoa (perception.radius) e os *outputs* do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

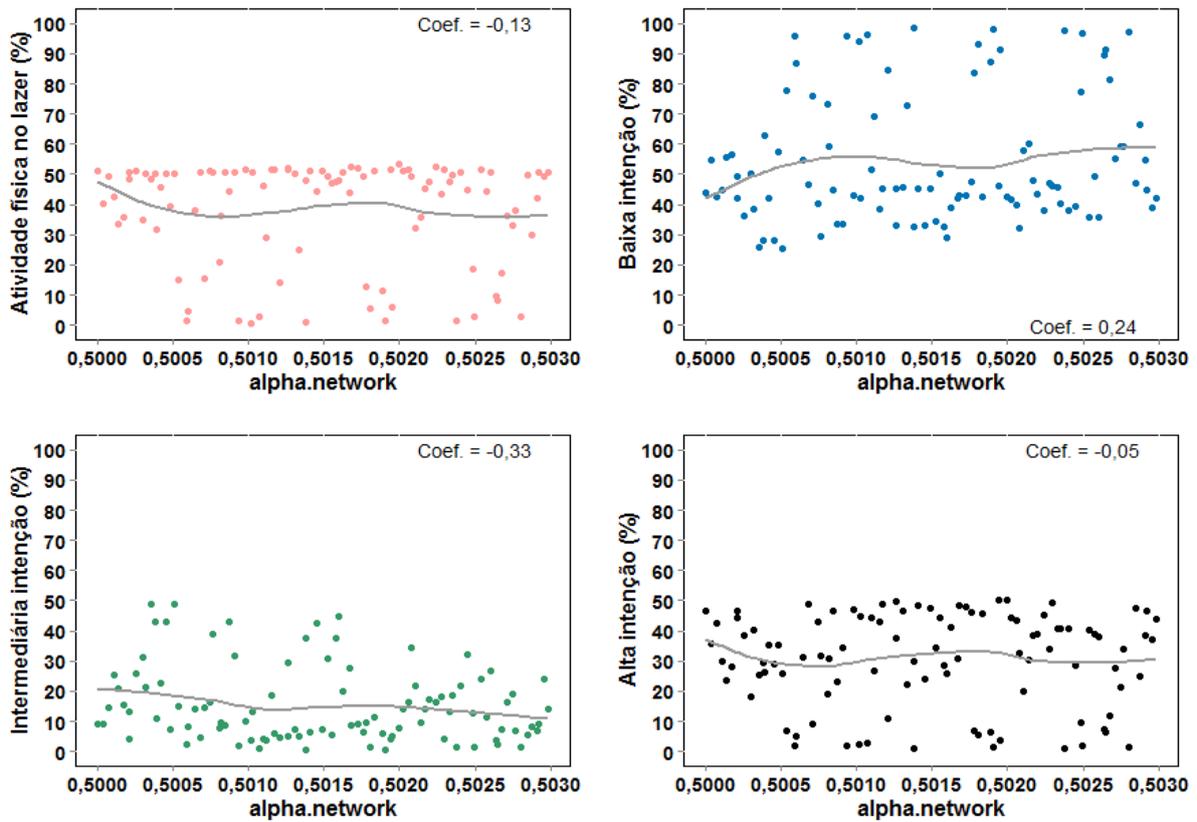


Figura 15. Correlação entre a influência do comportamento da rede proximal sobre a intenção da pessoa (alpha.network) e os *outputs* do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

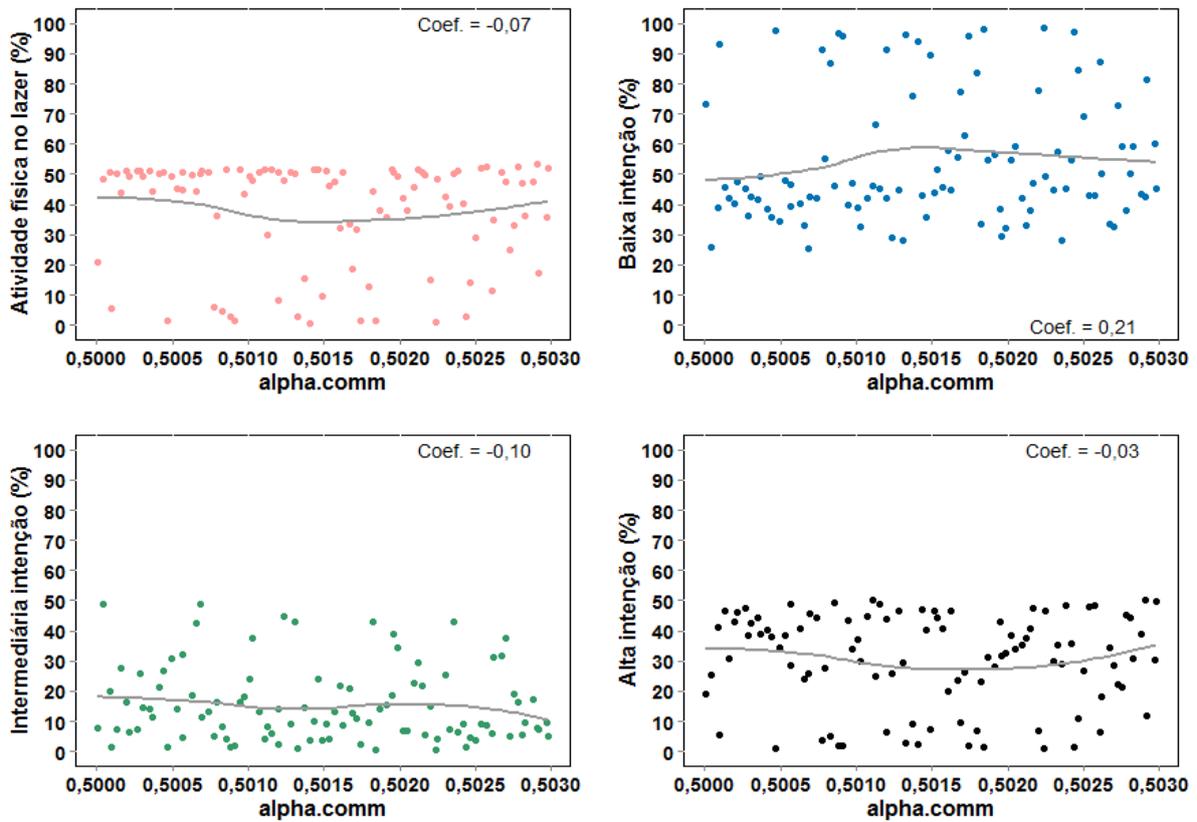


Figura 16. Correlação entre a influência do comportamento da comunidade percebida sobre a intenção da pessoa (alpha.comm) e os *outputs* do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

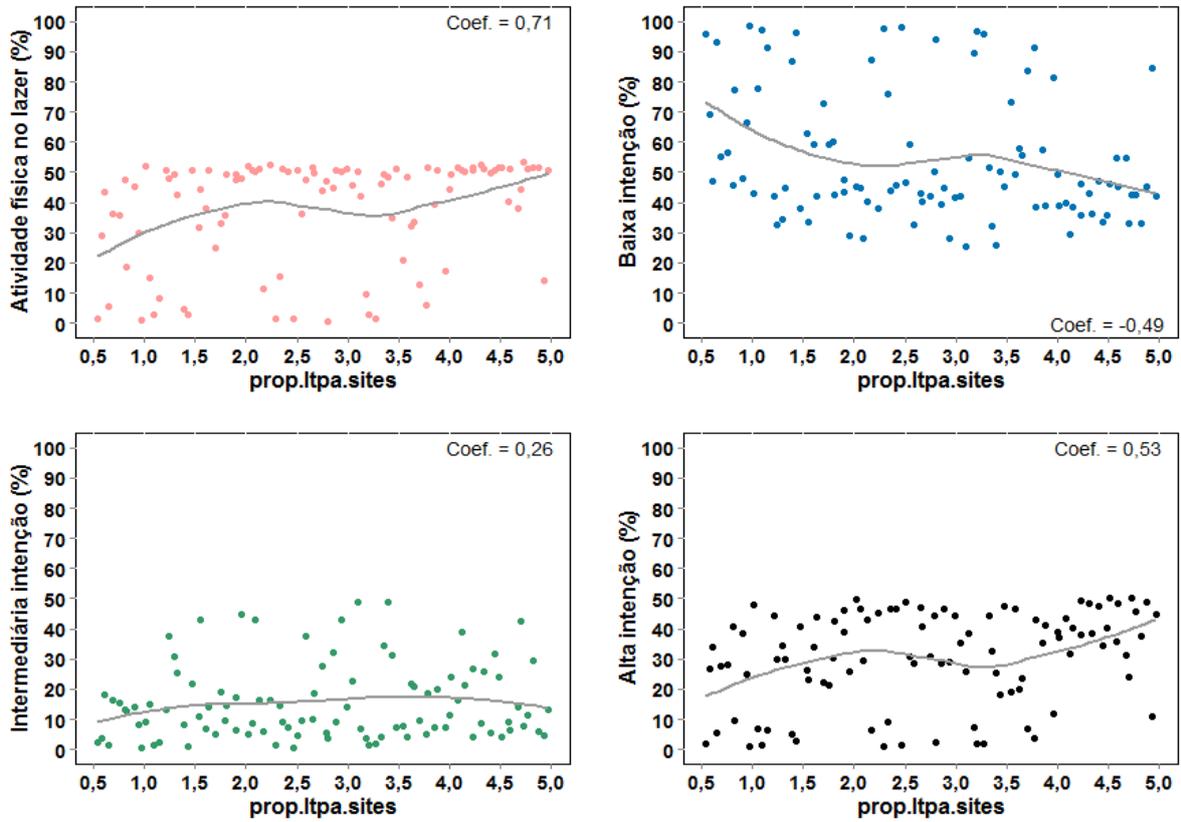


Figura 17. Correlação entre a proporção de locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (prop.ltpa.sites) e os *outputs* do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

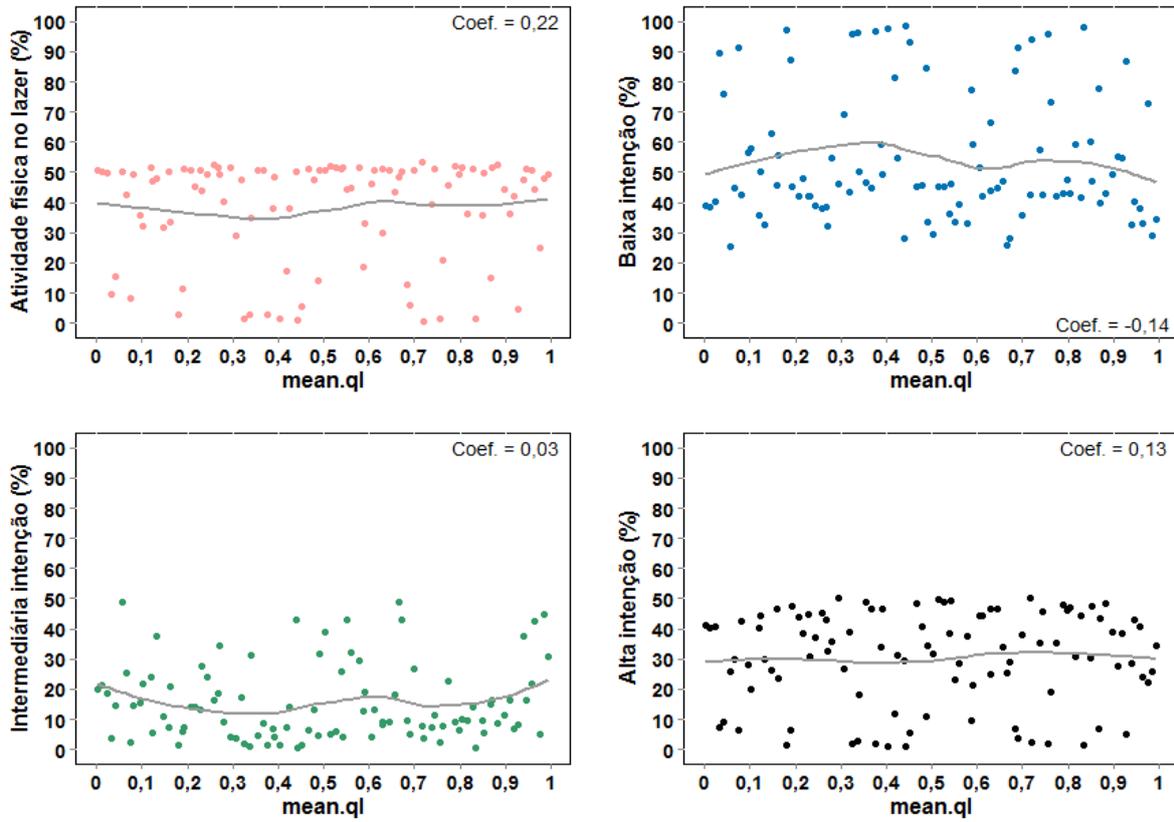


Figura 18. Correlação entre a média da qualidade dos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada (mean.ql) e os *outputs* do modelo, obtidos na 520ª iteração (equivalente ao 10º ano). Legenda dos *outputs* (linhas): vermelho = proporção de pessoas praticando atividade física no lazer; azul = proporção de pessoas com baixa intenção ($0 \leq \text{intenção} < 0,25$); verde = proporção de pessoas com intermediária intenção ($0,25 \leq \text{intenção} \leq 0,75$); preto = proporção de pessoas com alta intenção ($0,75 < \text{intenção} \leq 1$).

5 DISCUSSÃO

Esta tese tratou do desenvolvimento de um modelo baseado em agentes estilizado para investigar a conformação e evolução de padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos, a partir da interação entre atributos psicológicos dos indivíduos e atributos dos ambientes físico construído e social em que vivem. O modelo foi baseado em um mapa conceitual construído a partir de uma revisão da literatura e de uma consulta com especialistas, a fim de ser coerente e consistente com as melhores evidências disponíveis na área.

Os testes realizados com o modelo indicaram que os padrões temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção se assemelharam aos reportados na literatura (BULL et al., 2001; CRUZ, 2015; DUMITH; GIGANTE; DOMINGUES, 2007; JUNEAU; POTVIN, 2010; KEARNEY et al., 1999; KNUTH; HALLAL, 2009; LAFORGE et al., 1999; MIELKE et al., 2014; NUNES et al., 2015; ROMÁN-VIÑAS et al., 2007; SILVA et al., 2014; STAMATAKIS; CHAUDHURY, 2008), sugerindo que o modelo foi capaz de capturar o comportamento real do fenômeno emulado. Esses testes também apontaram elementos e mecanismos com maior influência nessas tendências temporais.

Nas próximas seções serão discutidos os pressupostos que subsidiam o mapa conceitual e do modelo baseado em agentes, a aplicação e a validade do modelo baseado em agentes, as lições aprendidas a partir dos resultados das análises de consistência e sensibilidade e as limitações do trabalho.

5.1 PRESSUPOSTOS DO MAPA CONCEITUAL E DO MODELO BASEADO EM AGENTES

A literatura é rica em modelos, teorias e dados que ajudam a entender como pessoas adotam e mantêm a prática de atividade física no lazer, desde os restritos a elementos psicológicos até os que englobam múltiplos tipos e níveis de influência (GLANZ; RIMER; VISWANATH, 2008). O mapa conceitual e o modelo baseado em agentes elaborados nesta tese se diferenciam dos demais por agregar três características:

- a) Incorporam ao mesmo tempo atributos psicológicos dos indivíduos e atributos dos ambientes físico construído e social em que vivem;
- b) Explicitamente sugerem os mecanismos pelos quais os elementos investigados se relacionam;
- c) Estão fortemente arraigados nos pressupostos da abordagem sistêmica.

Em geral, os modelos e teorias sobre adoção e manutenção da prática de atividade física contemplam alguns, mas não todos esses aspectos. Por exemplo, a abordagem ecológica expande o rol e a complexidade das possíveis influências sobre o comportamento e tem um viés sistêmico, mas normalmente as pesquisas que nela se baseiam carecem de uma definição ou modelo mais preciso sobre como esses fatores se relacionam entre si (SAARLOOS; KIM; TIMMERMANS, 2009). Por outro lado, modelos e teorias mais voltados para os processos psicossociais, como a teoria do comportamento planejado (MONTAÑO; KASPRZYK, 2008) e o modelo transteórico (PROCHASKA; REDDING; EVERS, 2008), sugerem com mais detalhes as relações entre os elementos, mas em geral são acíclicos, focados no comportamento individual e incorporam pouco a influência do ambiente físico.

Em contrapartida, é possível que elementos e mecanismos relevantes ainda não tenham sido incorporados ao mapa conceitual e, conseqüentemente, ao modelo baseado em agentes.

Isso pode ter ocorrido por três motivos. Primeiro, porque podem ser muito escassos ou inconsistentes os dados existentes na literatura. Por exemplo, durante o processo de consulta, alguns especialistas sugeriram que a percepção do ambiente físico construído poderia influenciar tanto o controle percebido sobre o comportamento (denominado como autoeficácia no mapa conceitual do Anexo 4) como a atitude. Apesar de uma hipótese plausível, somente foram identificados estudos que investigaram a relação do ambiente físico construído com a autoeficácia (DING et al., 2012; RECH, 2013).

Em segundo lugar, deu-se preferência por alguns mecanismos, em especial que geravam ciclos de *feedback*, em detrimentos de outros, uma vez que os pressupostos da abordagem sistêmica embasaram a construção do mapa conceitual. Por exemplo, Montaña e Kasprzyk (2008) sugerem que fatores demográficos e traços de personalidade possam anteceder as bases psicológicas do comportamento. Além da falta de dados suficientes e consistentes que informem sobre essa relação, a inclusão desses elementos no mapa geraria cadeias causais acíclicas de pouco interesse para o objetivo deste trabalho.

Ao mesmo tempo, os mesmos autores (MONTAÑO; KASPRZYK, 2008) e uma revisão sistemática (ALLENDER; COWBURN; FOSTER, 2006) indicaram que o comportamento anterior da pessoa pode influenciar a sua atitude, por meio das experiências vivenciadas e do alcance dos resultados esperados, e a autoeficácia, pelo reforço da capacidade em lidar com as barreiras e da competência para praticar atividade física. Esse mecanismo, além de ter base empírica mais consistente, também adicionou dinâmicas e complexidade alinhadas com o escopo deste trabalho.

A terceira razão para que alguns elementos e mecanismos relevantes ainda não tenham sido incorporados ao mapa conceitual é que se decidiu por começar este trabalho, que não se encerra na tese, por um mapa e um modelo mais parcimonioso, para poder entender seus comportamentos e implicações de forma detalhada, e então desdobrá-los e de forma paulatina

explorar mais processos e dinâmicas. Iniciar a investigação com modelos mais simples e depois incrementá-los, quando necessário, é uma estratégia indicada para entender a influência de cada variável e de suas relações na dinâmica do sistema (RAILSBACK; GRIMM, 2012). Por isso, algumas informações obtidas na literatura e sugestões dos especialistas, apesar de pertinentes, não foram incorporadas na versão atual do mapa, mas arquivadas para uso posterior (as principais estão destacadas no final desta seção, quando se discutem as limitações do trabalho).

A adoção de muitas das sugestões dos especialistas levou a uma simplificação do mapa conceitual e do modelo baseado em agentes em vez de aumentar a quantidade de elementos ou relações. A simplificação ocorreu por duas razões principais. Primeiro, porque alguns especialistas indicaram que a atitude e a autoeficácia podem ter mais determinantes idênticos dentro do mapa além dos já considerados (*e.g.*, o ambiente percebido para a prática também pode influenciar a atitude). Portanto, em vez de haver duas variáveis com as mesmas relações que ainda têm pouca sustentação empírica, uma primeira aproximação razoável foi retirar atitude e autoeficácia do mapa neste momento e conectar os seus determinantes diretamente com a intenção, que as sucede e para a qual há mais informações na literatura. Segundo, os especialistas também indicaram que manter o nível socioeconômico como a principal influência das características do ambiente físico construído pode ser um pressuposto frágil, porque outros aspectos, como as preferências da comunidade, a topografia e o clima local e políticas públicas, podem ter influência semelhante. Essas simplificações também equilibraram a ênfase entre aspectos psicológicos, ambiente social e ambiente físico construído, item recorrente entre os especialistas consultados.

No mapa conceitual e no modelo baseado em agentes atuais, decidiu-se manter somente a intenção como atributo psicológico, escolhido por ser o mais proximal e fortemente associado à prática de atividade física no lazer (AMIREAULT; GODIN; VÉZINA-IM, 2013; DOWNS; HAUSENBLAS, 2005; HAGGER; CHATZISARANTIS; BIDDLE, 2002; MCDERMOTT et

al., no prelo; MCEACHAN et al., 2011; RHODES; DICKAU, 2012). Apesar de a intenção ter papel central para a adoção e manutenção da atividade física no lazer, ela não parece ser suficiente (RHODES; DE BRUIJN, 2013b). Por exemplo, uma metanálise que incluiu 10 estudos com adultos do Canadá e da Holanda observou que em torno de 45% das pessoas motivadas a praticar atividade física no lazer não praticavam (RHODES; DE BRUIJN, 2013a). Aspectos como oportunidades para a prática parecem ter papel importante desde a formação da intenção até a manutenção da prática, e em parte estão representados no mapa conceitual e no modelo baseado em agentes pelo papel moderador da percepção do ambiente físico construído. Por outro lado, dois terços das pessoas bem-sucedidas em levar a sua intenção a cabo eram aquelas buscando manter a sua prática habitual de atividade física no lazer (RHODES; DE BRUIJN, 2013b).

A revisão da literatura realizada sobre o ambiente social expôs um paradoxo interessante: pessoas são seres sociais e nas suas interações com outras pessoas elas comunicam, aprendem, reforçam e mudam comportamentos, opiniões e crenças (ACEMOGLU; OZDAGLAR, 2011); no entanto, o tamanho de efeito reportado na literatura do ambiente social sobre a intenção ou o ato de praticar atividade física no lazer foi consistentemente pequeno (DOWNS; HAUSENBLAS, 2005; HAGGER; CHATZISARANTIS; BIDDLE, 2002; MCEACHAN et al., 2011). Dentro da Sociologia, uma forte corrente de teorias de prática social ajuda a compreender esse aparente paradoxo. Elas têm como principal pressuposto que as ações cotidianas das pessoas são resultantes de uma relação dialética entre a estrutura social e a agência individual. Por exemplo, sob essa perspectiva o ato de praticar atividade física no lazer engloba um conjunto de normas (o que e como se pode praticar, por que praticar, habilidades necessárias, com quem se pratica, vestuário e materiais necessários, onde e quando é adequado praticar etc.) socialmente transmitidas e adotadas de forma automática na maioria dos casos. Ao mesmo

tempo, ao se adotar essas normas, contribui-se para o reforço delas e a reprodução da estrutura (NETTLETON; GREEN, 2014; RUTTEN; GELIUS, 2011).

Por outro lado, a prática de atividade física no lazer não é puramente determinada pela estrutura social e a agência individual permite que se neguem ou flexibilizem algumas dessas normas. Essas novas concepções podem se difundir na sociedade e aos poucos redefinir a atividade física no lazer como prática social. Sendo assim, a prática de atividade física no lazer de cada pessoa é resultante de uma relação dinâmica entre estrutura social e agência individual (NETTLETON; GREEN, 2014; RUTTEN; GELIUS, 2011).

Outro aspecto relevante capturado durante a revisão da literatura é que a fonte da influência social é importante, sendo maior quando originária de pessoas próximas (CARRON; HAUSENBLAS; MACK, 1996). Por conta disso, decidiu-se dividir o ambiente social em duas fontes de influência, tanto no mapa conceitual como no modelo baseado em agentes: a rede proximal (maior influência) e a comunidade percebida (menor influência).

Ficou evidente durante a revisão da literatura que com a gradual incorporação dos modelos ecológicos na Epidemiologia da Atividade Física, tem crescido o interesse e as evidências sobre o papel do ambiente físico construído na prática de atividade física, especialmente nos domínios do lazer e do deslocamento. Pressupõe-se que toda prática é espacial e temporalmente localizada e, portanto, o ambiente físico construído pode ser um fator limitante ou facilitador, desde as características dos locais em que a prática pode ocorrer e do seu entorno até o desenho urbano e os trajetos e meios para acessar esses locais (SAARLOOS; KIM; TIMMERMANS, 2009; SALLIS et al., 2006).

No entanto, encontraram-se mais dificuldades do que eram esperadas neste tópico, por duas razões. Primeiramente, pela grande quantidade de elementos relacionados ao ambiente físico construído sendo investigados. Para tornar possível a elaboração do mapa conceitual e do modelo baseado em agentes em um primeiro momento, decidiu-se utilizar o quadro conceitual

de Aytur e colaboradores (2015), que agrupa diversos aspectos do ambiente físico construído que podem influenciar o uso de espaços recreacionais em três domínios: acesso, qualidade e usabilidade.

A segunda dificuldade foi que, em geral, as pesquisas que se embasaram no modelo ecológico careciam de uma definição ou modelo mais preciso sobre como os elementos em estudo se relacionavam entre si (SAARLOOS; KIM; TIMMERMANS, 2009). Isso dificultou a inclusão no mapa conceitual e no modelo baseado em agentes dos mecanismos pelos quais o ambiente físico construído influenciaria a atividade física no lazer.

Ainda quanto à revisão da literatura sobre o ambiente físico construído, é necessário destacar que as revisões sistemáticas de estudos quantitativos (ARANGO et al., 2013; BANCROFT et al., 2015; BAUMAN et al., 2012; HUMPEL; OWEN; LESLIE, 2002; KACZYNSKI; HENDERSON, 2007; PEARCE; MADDISON, 2011; VAN HOLLE et al., 2012; WENDEL-VOS et al., 2007) relataram uma grande quantidade de resultados originais não significativos, tamanhos de efeito não mais do que modestos e uma alta heterogeneidade metodológica na operacionalização e mensuração dos atributos ambientais e da atividade física.

5.2 USO E VALIDADE DO MODELO BASEADO EM AGENTES

A partir do mapa conceitual foi desenvolvido um modelo baseado em agentes inédito na literatura, uma vez que nenhum dos modelos anteriormente publicados (JIN; WHITE, 2012; YANG et al., 2015; YANG et al., 2014; YANG; DIEZ ROUX, 2013; YANG et al., 2011; 2012; YIN, 2013; ZHANG, N. et al., 2015) se destinou a investigar a conformação e evolução dos padrões populacionais de atividade física no lazer. No estágio atual, trata-se de um modelo

estilizado que tem foco no desenvolvimento teórico-conceitual e na geração e teste de hipóteses, o que não significa que não seja aplicável na promoção da atividade física no lazer.

O fato de o modelo ser estilizado, não representando uma localidade em particular, certamente reduz a transposição de seus resultados diretamente para uma comunidade específica. No entanto, o modelo ganha em capacidade de generalização, de testar hipóteses e cenários de forma mais flexível e de explorar o fenômeno em si, cujos produtos podem ser úteis a um grupo maior e mais diverso de locais em longo prazo. Isto é, a aplicação desse modelo na promoção da atividade física no lazer não decorre do seu uso direto como ferramenta na tomada de decisão para um determinado local, mas sim ao ser mais um componente na busca por um conhecimento mais completo sobre como os fatores que influenciam os padrões populacionais de atividade física no lazer interagem e geram os padrões observados.

Por outro lado, mesmo que o modelo se caracterize pela sua potencial capacidade de generalização, isso não significa que o que pode ser aprendido por meio dele se aplique a todos os contextos. A parametrização do modelo é bastante flexível para permitir preparar diversos cenários que emulam contextos reais, mas é necessário considerar que, para certas localidades ou comunidades, os pressupostos do mapa conceitual e do modelo baseado em agentes podem não se aplicar. Por consequência, eles não seriam representações adequadas das dinâmicas que resultam nos padrões populacionais de atividade física no lazer nesses contextos. Isso não indica que o mapa e o modelo sejam inválidos, mas delimita a sua área de usabilidade (ORESQUES, 1998; RYKIEL, 1996). Quão generalizável são o mapa e o modelo é uma questão a ser respondida, confrontando os resultados do modelo com dados empíricos advindos de diversos contextos.

A contribuição mais importante desse modelo baseado em agentes é a perspectiva sistêmica que traz ao problema, mais focada na estrutura do sistema (EL-SAYED et al., 2012; MEADOWS, 2008) e ainda utilizada de forma incipiente. Como Kohl e colaboradores (2012)

apontaram, abordar os determinantes e a promoção da atividade física sob essa perspectiva pode ser uma das formas de superar o descompasso atual que existe na Epidemiologia da Atividade Física, em que se busca alterar o comportamento populacional, mas os esforços têm se concentrado no comportamento dos indivíduos, sem muito sucesso (ABIOYE; HAJIFATHALIAN; DANAEI, 2013; BAKER et al., 2015; BRAND et al., 2014; CAVILL; BAUMAN, 2004; CLELAND et al., 2012; CONN; HAFDAHL; MEHR, 2011; HEATH et al., 2012).

A adoção sistemática de uma abordagem pautada na concepção de sistemas complexos seria indubitavelmente enriquecedora para a Epidemiologia da Atividade Física. Dentro de tal contexto, a MBA constitui uma ferramenta que permite analisar sob outra perspectiva os processos complexos que conduzem à formação dos padrões populacionais de atividade física. Mas não se deve considerá-la a única ou definitiva estratégia metodológica, mas complementar à abordagem vigente na área, baseada no paradigma e nos métodos da Epidemiologia moderna.

A combinação das duas abordagens (e outras, como a qualitativa) permite ampliar as suas potencialidades e aumentar a capacidade em orientar intervenções concretas e efetivas em de promoção da atividade física, cujos contextos são eminentemente complexos (BURKE et al., 2015; GALEA; RIDDLE; KAPLAN, 2010). Por exemplo, modelos baseados em agentes ancorados em dados empíricos coletados em estudos epidemiológicos tem maior probabilidade de apresentar comportamentos similares aos do fenômeno ou sistema-alvo real, aumentando a sua aplicabilidade. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento de tais modelos possibilita identificar os dados empíricos ainda necessários e amplia as hipóteses de explicação dos padrões observados em estudos epidemiológicos (AUCHINCLOSS; ROUX, 2008; IP et al., 2013).

A validade desse modelo baseado em agentes pode ser avaliada de três formas:

- a) Pela adequação do modelo ao seu propósito (ORESQUES, 1998; STERMAN, 2002), de explorar como a interação entre atributos psicológicos dos indivíduos e atributos

dos ambientes físico construído e social em que vivem pode levar à conformação e evolução de padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos;

- b) Pela adequação dos pressupostos do modelo (ORESQUES, 1998; STERMAN, 2002), que incorpora completamente o mapa conceitual, construído a partir de dados disponíveis na literatura e da revisão por especialistas. Nesse quesito, outros aspectos do modelo que não fazem parte do mapa conceitual, como o processo decisório das pessoas, foram implementados também tendo como base teorias, modelos e informações disponíveis na literatura;
- c) Pela adequação dos seus *outputs* (tendências temporais de pessoas praticando atividade física no lazer e nos níveis de intenção), que estão alinhados com os padrões reportados na literatura, indicando que o modelo captura as características mais importantes do sistema sendo emulado (GHORBANI; DIJKEMA; SCHRAUWEN, 2015; RAILSBACK; GRIMM, 2012).

Ao mesmo tempo, o modelo baseado em agentes pode ser uma ferramenta para avaliar a validade do mapa conceitual. Se os *outputs* de cenários do modelo que se assemelhem a situações reais não coincidirem com os padrões populacionais de atividade física no lazer ou de intenção que são observados, há espaço para se questionar o que no mapa conceitual e no modelo baseado em agentes pode ser melhorado, ampliando o entendimento sobre os elementos fundamentais e os processos e dinâmicas do sistema e a aplicabilidade do modelo para a tomada de decisão (RYKIEL, 1996).

Vale destacar que o processo de validação do mapa conceitual e do modelo baseado em agentes não se refere a garantir que sejam verdadeiros, no sentido absoluto e estrito de que descrevam correta e completamente o fenômeno real, mas de que se ganhe confiança sobre a credibilidade e usabilidade deles para os seus propósitos (ORESQUES, 1998; RYKIEL, 1996).

5.3 ANÁLISES DE CONSISTÊNCIA E SENSIBILIDADE

Na MBA, é possível que o mesmo cenário não resulte no mesmo *output* em replicações diferentes, por conta dos processos estocásticos que fazem parte do modelo (ALDEN et al., 2014). Por exemplo, os históricos das decisões das pessoas entre praticar ou não atividade física no lazer nunca é idêntico entre duas replicações. Por isso, é necessário que o mesmo cenário seja replicado diversas vezes, reduzindo a variabilidade dos resultados que é devida à natureza estocástica do modelo. Encontrar a quantidade adequada de replicações equilibra os recursos necessários e as demandas de qualidade na obtenção dos dados (READ et al., 2012).

Por meio do teste de consistência, identificou-se que os cenários simulados no modelo baseado em agentes desta tese necessitam de ao menos 80 replicações para se obter resultados confiáveis. Dos oito trabalhos que utilizaram modelos baseados em agentes aplicados a tópicos da Epidemiologia da Atividade Física, cinco reportaram a quantidade de replicações utilizadas: 10 (YANG et al., 2011; 2012), 20 (YANG et al., 2015; YANG; DIEZ ROUX, 2013) e 100 (ZHANG, J. et al., 2015). No entanto, em nenhum deles foi reportado como essa quantidade foi obtida e é muito provável que tenha sido de forma arbitrária, procedimento ainda comum já que a análise de consistência é recente e ainda pouco difundida na área. Nesse sentido, o procedimento adotado nesta tese, que envolveu a testagem e a comparação sistematizada da consistência dos resultados obtidos a partir de 12 quantidades de replicações, é transparente e embasado na análise do comportamento do próprio modelo, aumentando a confiança de que os resultados obtidos são pouco influenciados pela incerteza aleatória.

As análises de sensibilidade individualizada e global apontaram parâmetros para os quais as tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção são mais sensíveis, além de alguns resultados não esperados inicialmente e dinâmicas não lineares. A sensibilidade foi alta a três parâmetros: a influência do comportamento da pessoa sobre a sua

intenção (`alpha.behavior`), o tamanho do raio de percepção da pessoa (`perception.radius`) e a proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (`prop.ltpa.sites`). Para outros três parâmetros, a sensibilidade foi baixa: a influência do comportamento da rede proximal (`alpha.network`) e da comunidade percebida (`alpha.comm`) sobre a intenção da pessoa e a média da qualidade dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (`mean.ql`). Esses seis parâmetros, e em particular os três primeiros, são os que devem receber atenção especial ao se calibrar esse modelo para testar futuros cenários, sejam eles estilizados ou representações de alguma localidade ou população.

A influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção (`alpha.behavior`) teve tamanho de efeito grande sobre as proporções de pessoas em todos os níveis de intenção. Observou-se que quanto mais forte é essa influência, mais pessoas apresentaram baixa ou alta intenção e, portanto, menos se mantiveram na faixa intermediária. Esse resultado foi coerente com o que era esperado, pois quanto mais fortemente o comportamento anterior, seja ele praticar ou não atividade física no lazer, afetar a intenção da pessoa, mais forte será o reforço do ciclo intenção-comportamento-intenção.

Uma vez que, com o tempo, a proporção de pessoas com baixa e alta intenção praticando atividade física no lazer reduz e aumenta, respectivamente, o tamanho de efeito da influência do comportamento da pessoa em sua intenção sobre a tendência temporal de pessoas praticando atividade física no lazer é pequeno, já que os aumentos em um subgrupo compensam as reduções no outro. Logo, um desafio para a promoção da atividade física no lazer é fortalecer a influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção entre as pessoas que praticam atividade física no lazer, reforçando o ciclo, enquanto enfraquecesse-a entre as que não praticam, reduzindo a proporção de pessoas com baixa intenção.

Quanto ao ambiente social, a influência do comportamento da rede proximal (`alpha.network`) e da comunidade percebida (`alpha.comm`) sobre a intenção da pessoa tiveram

tamanho de efeito pequeno, mas em direção contrária à desejada: quanto maior a influência social, maior foi a proporção de pessoas com baixa intenção de praticar atividade física no lazer. Isso pode ter ocorrido porque, em média, as pessoas tiveram mais contatos com outras pessoas que não praticavam atividade física no lazer, já que a proporção populacional era normalmente menor do que 50% nos cenários investigados. Esse, no entanto, é um cenário comum em diversas localidades (CRUZ, 2015; JUNEAU; POTVIN, 2010; MIELKE et al., 2014; NUNES et al., 2015; ROMÁN-VIÑAS et al., 2007; SILVA et al., 2014; STAMATAKIS; CHAUDHURY, 2008), o que serve de alerta ao se planejar campanhas de promoção da atividade física no lazer que utilizem o ambiente social como um dos elementos da ação.

Ao trazer à tona aspectos sociais que podem influenciar a prática, essas campanhas podem tornar as pessoas mais sensíveis a essa influência e, em um contexto em que o comportamento mais usual seja não praticar atividade física no lazer, ter efeito inverso ao desejado e reduzir a intenção e a prática. Sendo assim, campanhas de promoção de atividade física no lazer que desejem aproveitar a influência social de forma positiva precisam encontrar soluções que mitiguem esses efeitos indesejados, como inserir esse elemento em um momento ou local em que a prevalência de atividade física no lazer seja suficientemente alta para que as demais pessoas que ainda não praticam a percebam como uma prática social a ser adotada.

O tamanho do raio de percepção da pessoa (*perception.radius*) apresentou tamanho de efeito grande sobre as tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção. Quanto maior o tamanho do raio de percepção, maior a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer e com intermediária e alta intenção, e menor a proporção de pessoas com baixa intenção. O raio de percepção nesse modelo pode ser interpretado como o acesso aos recursos da comunidade que cada pessoa tem. Em cenários em que cada pessoa tem uma amostra pequena de pessoas para inferir as normas sociais (*i.e.*, menores comunidades percebidas) e menos locais onde a atividade física no lazer pode ser praticada dentro do seu raio

de acesso, as tendências temporais da prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção são cada vez mais desfavoráveis.

No entanto, uma vez que os efeitos foram não-lineares, mudanças acentuadas nessas tendências parecem ser possíveis em cenários em que o raio de percepção é muito pequeno. Este é um exemplo que justifica a inclusão de estratégias que considerem os determinantes sociais da saúde e os princípios da justiça social como parte de campanhas de promoção da atividade física no lazer (LEE; CUBBIN, 2009; PEARCE; MADDISON, 2011; SHORTT et al., 2014), por exemplo, aumentando as opções de locais e atividades de lazer de boa qualidade e economicamente acessíveis de forma mais maciça entre as pessoas com menos acesso aos recursos da comunidade. De fato, neste modelo o raio de percepção foi o parâmetro com maior tamanho de efeito em três das quatro tendências que foram observadas: proporção de pessoas praticando atividade física no lazer (0,93), com baixa intenção (-0,83) e com alta intenção (0,84).

Com relação ao ambiente físico construído, a proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (prop.ltpa.sites) apresentou tamanho de efeito grande sobre a tendência temporais da prática de atividade física no lazer, mas apenas médio sobre os níveis de intenção. Assim como o tamanho do raio de percepção, a proporção de locais afeta o acesso à infraestrutura necessária para a prática e quanto maior a proporção de locais, maior a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer e com e alta intenção, e menor a proporção de pessoas com baixa intenção.

Um resultado interessante foi que o efeito positivo advindo do aumento da proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada sobre as tendências temporais pode ser dividida em duas fases, havendo um platô entre elas. Isto é, a partir de uma certa proporção de locais, o efeito positivo sobre as tendências temporais pode depender de um investimento mais maciço na quantidade de infraestruturas, sob o risco de um investimento menor não trazer

os resultados populacionais esperados. Essa é uma previsão importante para a tomada de decisão e precisa ser testada com dados advindos de políticas públicas que visem aumentar a quantidade de locais para a prática de atividade física no lazer.

Já a média da qualidade dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada (mean.q1) teve tamanho de efeito pequeno, mas positivo, sobre a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer e com alta intenção. Ademais, a proporção de pessoas com baixa intenção aumentou quando a média da qualidade dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada foi menor do que 0,5, valor que representa uma qualidade nem boa nem ruim. Esses resultados indicam que apesar de a qualidade dos locais talvez não ser um fator de grande importância para as tendências temporais, ela deve ser mantida acima de certo patamar para que não haja um efeito indesejado na proporção de pessoas com baixa intenção.

Notou-se também que a mudança em nenhum dos parâmetros analisados elevou a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer além de em torno de 50%. Entre os trabalhos originais reportando tendências temporais de pessoas praticando atividade física no lazer consultados (CRUZ, 2015; JUNEAU; POTVIN, 2010; MIELKE et al., 2014; NUNES et al., 2015; ROMÁN-VIÑAS et al., 2007; SILVA et al., 2014; STAMATAKIS; CHAUDHURY, 2008), nenhum reportou valores populacionais acima desse valor. Esses estudos foram realizados em países como Brasil, Espanha, Inglaterra e Canadá. No entanto, entre os artigos originais incluídos na revisão sistemática realizada por Knuth e Hallal (2009) sobre tendências temporais de atividade física, observaram-se proporções de pessoas praticando atividade física no lazer que se mantiveram de 70 a 80% em inquéritos realizados na Finlândia, Suécia e Estados Unidos.

Em futuras análises, é necessário averiguar se esse limite é uma característica do modelo ou se há cenários em que a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer atinge e mantém valores semelhantes aos reportados nesses três países, ajudando a compreender alguns

aspectos e mecanismos que podem estar por trás das diferenças entre localidades. Para isso, um primeiro passo seria identificar que características e dinâmicas estruturantes são, ao mesmo tempo, comuns a essas regiões com altas proporções de adultos ativos no lazer e diferentes em relação às demais regiões.

Se for possível gerar cenários em que a proporção de pessoas praticando atividade física no lazer seja superior a 50%, uma hipótese é que uma transição de fase (*i.e.*, uma mudança na estrutura geral do sistema, cuja nova configuração é substancialmente diferente da anterior (PAGE, 2015)) seja necessária para alcançar tais valores. Isto pode indicar que algumas intervenções possam ser efetivas até que certa proporção populacional de atividade física no lazer seja alcançada, mas que a partir desse ponto o sistema como um todo precise ser reorganizado. Nesse limite, uma transição do sistema para um novo estado, induzido, por exemplo, por políticas públicas de outros setores, seria necessária antes que novos incrementos do nível populacional de atividade física no lazer ocorressem.

5.4 LIMITAÇÕES

Tanto o mapa conceitual como o modelo baseado em agentes apresentam limitações e podem ainda evoluir, incorporando ou reduzindo elementos e mecanismos, se isso for necessário ou desejável. Essa é uma etapa futura, que depende ainda de uma exploração mais detalhada do mapa e do modelo atuais e de mais dados empíricos. Mas com base na revisão da literatura e nas opiniões dos especialistas, algumas sugestões já se destacam como candidatas em futuros aprimoramentos:

- a) O desdobramento da intenção em seus precedentes psicológicos: atitude e autoeficácia. Ambas também podem ser desdobradas em seus subtipos, como

autoeficácia relacionada à tarefa e a barreiras (HIGGINS et al., 2014) ou a atitude afetiva e instrumental (RHODES; DE BRUIJN, 2013b);

- b) O desdobramento dos atributos dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada, como custo financeiro para usar o local e distância, no domínio do acesso;
- c) A possibilidade de que o ambiente social influencia os atributos dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada ou a percepção desses atributos;
- d) A influência do comportamento sobre a concordância entre a percepção do ambiente físico construído e seus atributos objetivos;
- e) A inclusão de elementos e mecanismos da fase volitiva, como definição de metas ou plano de ação, relacionados ao controle sobre o comportamento, e não só da fase motivacional da adoção e manutenção da prática de atividade física no lazer (HAGGER; CHATZISARANTIS, 2014; RHODES; DE BRUIJN, 2013b).

Apesar de o modelo baseado em agentes ter sido implementado tendo o mapa conceitual como base e buscando ao mesmo tempo parcimônia e um nível adequado de representação, algumas melhorias direcionadas especificamente ao modelo são:

- a) Permitir um ambiente social mais dinâmico, em que as pessoas possam gerar e desfazer laços proximais e decidir onde praticar atividade física no lazer com base também na decisão de outras pessoas;
- b) Incluir capacidade perceptiva e decisória aos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada, permitindo que se adaptem às características das pessoas em seu entorno;
- c) Permitir que os valores de alguns parâmetros, como o tamanho do raio de percepção ou a influência do comportamento da pessoa, da sua rede proximal ou da

comunidade percebida sobre a intenção, não sejam fixos para todas as pessoas, mas variem entre elas;

- d) Usar distribuições mais realísticas relacionadas à quantidade de atividades físicas no lazer existentes no modelo, assim como às atividades disponíveis nos locais e à prevalência populacional de prática delas.

Por fim, é necessário recordar que o mapa conceitual, e por consequência o modelo baseado em agentes, foi baseado nas melhores evidências encontradas, mas nem todas podem ser consideradas evidências consolidadas e nem sempre se referiam unicamente ao domínio do lazer. Também, a maior parte dessas evidências é gerada de forma geograficamente desigual, com poucos dados, por exemplo, de países africanos e asiáticos. Isso reduz em parte a confiança nos pressupostos do mapa e a sua capacidade de generalização. Ao mesmo tempo que é uma limitação, essa constatação lança luz sobre as lacunas ainda existentes para que se tenha um conhecimento mais completo sobre o que influencia os padrões populacionais de atividade física no lazer.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapa conceitual e o modelo baseado em agentes desenvolvidos nesta tese se mostraram adequados para investigar a conformação e evolução de padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos a partir da interação entre atributos psicológicos dos indivíduos e atributos dos ambientes físico construído e social em que vivem.

Três elementos e mecanismos apresentaram maior influência nas tendências temporais de pessoas praticando atividade física no lazer e nos níveis de intenção no modelo: a influência do comportamento da pessoa sobre a sua intenção, tamanho do raio de percepção da pessoa e proporção de locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada. Outros três elementos e mecanismos tiveram menor influência: a influência do comportamento da rede proximal e da comunidade percebida sobre a intenção da pessoa e a média da qualidade dos locais em que a atividade física no lazer pode ser praticada.

O que o mapa conceitual e o modelo baseado em agentes desenvolvidos nesta tese sugerem é que atributos psicológicos são os mais fortes determinantes proximais do comportamento, relação que é dinamicamente moderada pelo ambiente físico construído (moderação essa que depende também dos atributos psicológicos da pessoa) e influenciada tanto pelo ambiente social como pelo próprio comportamento. As evidências obtidas na literatura, as opiniões dos especialistas e os resultados iniciais do modelo indicam que esta é uma representação plausível da realidade, o que não significa que seja a representação mais adequada. Foi um bom primeiro passo, mas o modelo precisa ainda ser confrontado mais vezes contra dados empíricos para testar sua credibilidade e usabilidade. Precisa também ser confrontado contra outros modelos, que sejam diferentes em seus fundamentos. Aqui, fica claro que a busca de um modelo que explique e expanda de forma mais completa e adequada o

entendimento sobre a realidade não é tarefa de um ou um grupo de pesquisadores, mas um empreendimento que implica toda a área.

Algumas questões ainda persistem e devem ser perseguidas no futuro. A principal é se particularidades contextuais sobrepujam o que é comum ao fenômeno, o que impacta diretamente sobre a capacidade de generalização do mapa conceitual e do modelo desta tese. Este trabalho baseou-se no pressuposto de que há algo de generalizável sobre os padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos. A literatura sobre os determinantes e padrões populacionais de prática parece indicar que existem elementos comuns a diversos contextos. No entanto, essa resposta ainda não está clara. Juntamente com a análise de dados empíricos, futuros desenvolvimentos neste e em outros modelos podem ajudar na resposta, indicando que elementos e relações parecem ser necessários para replicar mais dos padrões populacionais observados ao redor do mundo.

Nesse sentido, outra questão a ser perseguida é o nível adequado de resolução do modelo. Isto é, qual é o tamanho certo do modelo? Que elementos, características e relações são indispensáveis, tendo em conta o propósito do modelo? Uma lista de possíveis futuros desenvolvimentos foi apresentada na seção 5.4, mas sugere-se que nas próximas etapas se enfoque em:

- a) Incluir capacidade perceptiva e decisória aos locais em que atividade física no lazer pode ser praticada, para que se adaptem às características das pessoas;
- b) Permitir um ambiente social mais dinâmico, em que as pessoas possam gerar e desfazer laços e decidir onde praticar atividade física no lazer usando como informação também a decisão e preferência de outras pessoas;
- c) A inclusão de elementos e mecanismos da fase volitiva, relacionadas ao controle sobre o comportamento.

Outro desdobramento decorrente desta tese é a possibilidade de testar cenários e alternativas de intervenções, hipotéticos ou similares a contextos reais, para entender mais a fundo em que situações as interações entre atributos psicológicos dos indivíduos e atributos dos ambientes físico construído e social geram os padrões populacionais observados ou que se deseja observar. Alguns exemplos de questões que podem ser exploradas:

- a) Qual é o impacto da distribuição geograficamente desigual de locais de prática sobre os padrões populacionais de prática de atividade física no lazer e dos níveis de intenção? Qual seria o impacto esperado de uma política pública que visasse reduzir essa desigualdade? Em que situações esse impacto poderia ser maximizado?
- b) O que traria melhores resultados em nível populacional: uma intervenção mais intensiva de incentivo à prática de atividade física entre aqueles com menor intenção ou uma intervenção menos intensiva voltada a todos? Em que condições (distribuição populacional de intenção e de prática de atividade física no lazer, magnitude da influência do comportamento da rede proximal, tamanho do raio de percepção etc.) cada tipo de intervenção seria mais eficaz?
- c) Usando o mesmo recurso, qual decisão aumentaria mais os níveis populacionais de prática de atividade física no lazer: melhorar um pouco a qualidade de todos os locais de prática, melhor de forma mais incisiva a qualidade dos piores locais ou construir mais locais? A melhor opção varia de acordo com a configuração do sistema?

Os resultados desta tese e os seus possíveis desdobramentos apontam que é possível e necessário abordar os padrões populacionais de atividade física no lazer de uma forma mais alinhada a uma das pressuposições fundamentais da Epidemiologia da Atividade Física: a de que a atividade física é um comportamento complexo, multidimensional e multideterminado.

Esse fundamento não é sem razão, mas se sustenta na evidência, científica e cotidiana, de que o mundo em que vivemos é complexo. Portanto, buscar entender a estrutura e as dinâmicas que sustentam os padrões populacionais de prática de atividade física no lazer, mesmo em um modelo estilizado como o desenvolvido nesta tese, não é um mero exercício acadêmico, mas fundamental para influenciar sistemas reais. Essa é a mais importante implicação deste trabalho e de seus desdobramentos. Intervenções populacionais, mesmo as que tenham diversos níveis e frentes e que sejam de amplo alcance, provavelmente continuarão a falhar se não incluírem em sua base o entendimento de como esses níveis, e os elementos dentro deles, se inter-relacionam dinamicamente.

Nesse sentido, deseja-se que o modelo desenvolvido neste trabalho seja mais um passo para alcançar um entendimento mais completo sobre como promover a atividade física em populações, objetivo último da Epidemiologia da Atividade Física.

REFERÊNCIAS

ABIOYE, A. I.; HAJIFATHALIAN, K.; DANAEI, G. Do mass media campaigns improve physical activity? A systematic review and meta-analysis. **Archives of Public Health**, v. 71, n. 1, p. 20, 2013.

ACEMOGLU, D.; OZDAGLAR, A. Opinion dynamics and learning in social networks. **Dynamic Games and Applications**, v. 1, n. 1, p. 3-49, 2011.

ALDEN, K. et al. Applying spartan to understand parameter uncertainty in simulations. **The R Journal**, v. 6, n. 2, p. 63-80, 2014.

ALLENDER, S.; COWBURN, G.; FOSTER, C. Understanding participation in sport and physical activity among children and adults: a review of qualitative studies. **Health Education Research**, v. 21, n. 6, p. 826-835, 2006.

AMIREAULT, S.; GODIN, G.; VÉZINA-IM, L. A. Determinants of physical activity maintenance: a systematic review and meta-analyses. **Health Psychology Review**, v. 7, n. 1, p. 55-91, 2013.

ARANGO, C. M. et al. Association between the perceived environment and physical activity among adults in Latin America: a systematic review. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, p. 122, 2013.

AREM, H. et al. Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. **JAMA Internal Medicine**, v. 175, n. 6, p. 959-967, 2015.

ARTHUR, W. B. Inductive reasoning and bounded rationality. **American Economic Review**, v. 84, n. 2, p. 406-411, 1994.

AUCHINCLOSS, A. H. et al. An agent-based model of income inequalities in diet in the context of residential segregation. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 40, n. 3, p. 303-311, 2011.

AUCHINCLOSS, A. H.; ROUX, A. V. A new tool for epidemiology: the usefulness of dynamic-agent models in understanding place effects on health. **American Journal of Epidemiology**, v. 168, n. 1, p. 1-8, 2008.

AYTUR, S. A. et al. Measuring physical activity in outdoor community recreational environments: implications for research, policy, and practice. **Current Cardiovascular Risk Reports**, v. 2015, n. 9, p. 423, 2015.

BAKER, P. R. et al. Community wide interventions for increasing physical activity. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 1, p. CD008366, 2015.

BANCROFT, C. et al. Association of proximity and density of parks and objectively measured physical activity in the United States: a systematic review. **Social Science & Medicine**, v. 138, p. 22-30, 2015.

BANKES, S. Tools and techniques for developing policies for complex and uncertain systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, supl. 3, p. 7263-7266, 2002.

BAUMAN, A. E. et al. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 258-271, 2012.

BEENACKERS, M. A. et al. Socioeconomic inequalities in occupational, leisure-time, and transport related physical activity among European adults: a systematic review. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 9, p. 116, 2012.

BONABEAU, E. Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, supl. 3, p. 7280-7287, 2002.

BOUDREAU, F.; GODIN, G. Participation in regular leisure-time physical activity among individuals with type 2 diabetes not meeting Canadian guidelines: the influence of intention, perceived behavioral control, and moral norm. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 21, n. 6, p. 918-926, 2014.

BRAND, T. et al. What works in community-based interventions promoting physical activity and healthy eating? A review of reviews. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 6, p. 5866-5888, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BULL, F. C. et al. Stage of readiness to exercise in ethnically diverse women: a U.S. survey. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 7, p. 1147-1156, 2001.

BURKE, J. G. et al. Enhancing dissemination and implementation research using systems science methods. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 22, n. 3, p. 283-291, 2015.

CAREY, G.; CRAMMOND, B. Systems change for the social determinants of health. **BMC Public Health**, v. 15, p. 662, 2015.

CARROLL, J. **Americans satisfied with number of friends, closeness of friendships**. 2004. Disponível em: <<http://www.gallup.com/poll/10891/americans-satisfied-number-friends-closeness-friendships.aspx>>. Acesso em: 18 set 2015.

CARRON, A. V.; HAUSENBLAS, H. A.; MACK, D. Social influence and exercise: a meta-analysis. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 18, n. 1, p. 1-16, 1996.

CAVILL, N.; BAUMAN, A. Changing the way people think about health-enhancing physical activity: do mass media campaigns have a role? **Journal of Sports Sciences**, v. 22, n. 8, p. 771-790, 2004.

CHRISTAKIS, N. A.; FOWLER, J. H. The spread of obesity in a large social network over 32 years. **New England Journal of Medicine**, v. 357, n. 4, p. 370-379, 2007.

CLELAND, C. L. et al. The effectiveness of physical activity interventions in socio-economically disadvantaged communities: a systematic review. **Preventive Medicine**, v. 54, n. 6, p. 371-380, 2012.

CONN, V. S.; HAFDAHL, A. R.; MEHR, D. R. Interventions to increase physical activity among healthy adults: meta-analysis of outcomes. **American Journal of Public Health**, v. 101, n. 4, p. 751-758, 2011.

CRUZ, M. C. **Tendência da prática de atividade física no lazer no Brasil (2006-2013)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Nutrição em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

DESOUZA, K. C.; LIN, Y. Towards evidence-driven policy design: complex adaptive systems and computational modeling. **The Innovation Journal**, v. 16, n. 1, p. 1-19, 2011.

DIEZ ROUX, A. V. Integrating social and biologic factors in health research: a systems view. **Annals of Epidemiology**, v. 17, n. 7, p. 569-574, 2007.

DING, D. et al. Perceived neighborhood environment and physical activity in 11 countries: do associations differ by country? **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, p. 57, 2013.

DING, D. et al. Interactive effects of built environment and psychosocial attributes on physical activity: a test of ecological models. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 44, n. 3, p. 365-374, 2012.

DOWNS, D. S.; HAUSENBLAS, H. A. The theories of reasoned action and planned behavior applied to exercise: a meta-analytic update. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 2, n. 1, p. 76-97, 2005.

DUMITH, S. C.; GIGANTE, D. P.; DOMINGUES, M. R. Stages of change for physical activity in adults from Southern Brazil: a population-based survey. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 4, p. 25, 2007.

DUNCAN, M. J.; SPENCE, J. C.; MUMMERY, W. K. Perceived environment and physical activity: a meta-analysis of selected environmental characteristics. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 2, p. 11, 2005.

DURAND, C. P. et al. A systematic review of built environment factors related to physical activity and obesity risk: implications for smart growth urban planning. **Obesity Reviews**, v. 12, n. 5, p. e173-e182, 2011.

EL-SAYED, A. M. et al. Social network analysis and agent-based modeling in social epidemiology. **Epidemiologic Perspectives & Innovations**, v. 9, n. 1, p. 1, 2012.

EPSTEIN, J. M. Agent-based computational models and generative social science. **Complexity**, v. 4, n. 5, p. 41-60, 1999.

ESTABROOKS, P. A.; LEE, R. E.; GYURCSIK, N. C. Resources for physical activity participation: does availability and accessibility differ by neighborhood socioeconomic status? **Annals of Behavioral Medicine**, v. 25, n. 2, p. 100-104, 2003.

GABRIEL, K. K. P.; MORROW, J. R.; WOOLSEY, A. L. T. Framework for physical activity as a complex and multidimensional behavior. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 9, supl. 1, p. S11-S18, 2012.

GALEA, S.; RIDDLE, M.; KAPLAN, G. A. Causal thinking and complex system approaches in epidemiology. **International Journal of Epidemiology**, v. 39, n. 1, p. 97-106, 2010.

GARCIA, L. M. T.; FLORINDO, A. A. Epidemiologia da atividade física. In: CARDOSO, M. A. (Ed.). **Nutrição em saúde coletiva**. São Paulo: Atheneu, 2014.

GHORBANI, A.; DIJKEMA, G.; SCHRAUWEN, N. Structuring qualitative data for agent-based modelling. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 18, n. 1, p. 2, 2015.

GILBERT, K. L. et al. A meta-analysis of social capital and health: a case for needed research. **Journal of Health Psychology**, v. 18, n. 11, p. 1385-1399, 2013.

GILBERT, N.; TERNA, P. How to build and use agent-based models in social science. **Mind & Society**, v. 1, n. 1, p. 57-72, 2000.

GILBERT, N.; TROITZSCH, K. **Simulation for the social scientist**. 2. ed. New York: Open University Press, 2005.

GILES-CORTI, B.; KING, A. C. Creating active environments across the life course: "thinking outside the square". **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 2, p. 109-113, 2009.

GLANZ, K.; RIMER, B. K.; VISWANATH, K. **Health behavior and health education: theory, research, and practice**. 4. ed. San Francisco: Wiley, 2008.

GLOBAL ADVOCACY COUNCIL FOR PHYSICAL ACTIVITY. **The Toronto charter for physical activity: a global call to action**. Toronto: International Society for Physical Activity and Health, 2010.

GOODMAN, L. A. Snowball sampling. **Annals of Mathematical Statistics**, v. 32, n. 1, p. 148-170, 1961.

GRANT, F.; HOGG, M. A.; CRANO, W. D. Yes, we can: physical activity and group identification among healthy adults. **Journal of Applied Social Psychology**, v. 45, n. 7, p. 383-390, 2015.

GUIDE TO COMMUNITY PREVENTIVE SERVICES. **Physical activity**. 2013. Disponível em: <<http://www.thecommunityguide.org/pa>>. Acesso em: 22 set 2015.

HAGGER, M. S.; CHATZISARANTIS, N. L. An integrated behavior change model for physical activity. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 42, n. 2, p. 62-69, 2014.

HAGGER, M. S.; CHATZISARANTIS, N. L. D.; BIDDLE, S. J. H. A meta-analytic review of the theories of reasoned action and planned behavior in physical activity: predictive validity and the contribution of additional variables. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, v. 24, n. 1, p. 3-32, 2002.

HALLAL, P. C.; FLORINDO, A. A. Um olhar para o futuro da epidemiologia da atividade física. In: FLORINDO, A. A. ; HALLAL, P. C. (Ed.). **Epidemiologia da atividade física**. São Paulo: Atheneu, 2011.

HALONEN, J. I. et al. Is change in availability of sports facilities associated with change in physical activity? A prospective cohort study. **Preventive Medicine**, v. 73, p. 10-14, 2015.

HAMMOND, R. A.; ORNSTEIN, J. T. A model of social influence on body mass index. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1331, p. 34-42, 2014.

HEANEY, C. A.; ISRAEL, B. A. Social networks and social support. In: GLANZ, K.; RIMER, B. K. ; VISWANATH, K. (Ed.). **Health behavior and health education: theory, research, and practice**. 4. ed. San Francisco: Wiley, 2008. p.189-210.

HEATH, G. W. et al. Evidence-based intervention in physical activity: lessons from around the world. **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 272-281, 2012.

HIGGINS, T. J. et al. Physical activity interventions differentially affect exercise task and barrier self-efficacy: a meta-analysis. **Health Psychology**, v. 33, n. 8, p. 891-903, 2014.

HILL, R. A.; DUNBAR, R. I. M. Social network size in humans. **Human Nature**, v. 14, n. 1, p. 53-72, 2003.

HINO, A. A. F. **Medidas objetivas e percebidas do ambiente do bairro e sua associação com a atividade física de lazer em adultos de Curitiba**. 2014. Tese (Doutor em Educação Física) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

HOLLAND, J. H. **Complexity: a very short introduction**. Oxford: Oxford University Press, 2014.

HUMPEL, N.; OWEN, N.; LESLIE, E. Environmental factors associated with adults' participation in physical activity: a review. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 22, n. 3, p. 188-199, 2002.

HUNTER, R. F. et al. "Hidden" social networks in behavior change interventions. **American Journal of Public Health**, v. 105, n. 3, p. 513-516, 2015.

IP, E. H. et al. Reconciling statistical and systems science approaches to public health. **Health Education & Behavior**, v. 40, n. 1, supl., p. 123S-131S, 2013.

JACK, E.; MCCORMACK, G. R. The associations between objectively-determined and self-reported urban form characteristics and neighborhood-based walking in adults. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 11, p. 71, 2014.

JIN, X.; WHITE, R. An agent-based model of the influence of neighbourhood design on daily trip patterns. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 36, n. 5, p. 398-411, 2012.

JUNEAU, C. E.; POTVIN, L. Trends in leisure-, transport-, and work-related physical activity in Canada 1994-2005. **Preventive Medicine**, v. 51, n. 5, p. 384-386, 2010.

KACZYNSKI, A. T.; HENDERSON, K. A. Environmental correlates of physical activity: a review of evidence about parks and recreation. **Leisure Sciences**, v. 29, n. 4, p. 315-354, 2007.

KAMPHUIS, C. B. et al. Socioeconomic status, environmental and individual factors, and sports participation. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 1, p. 71-81, 2008.

KANAI, R. et al. Online social network size is reflected in human brain structure. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1732, p. 1327-1334, 2012.

KEARNEY, J. M. et al. Stages of change towards physical activity in a nationally representative sample in the European Union. **Public Health Nutrition**, v. 2, n. 1A, p. 115-124, 1999.

KIM, D. A. et al. Social network targeting to maximise population behaviour change: a cluster randomised controlled trial. **The Lancet**, v. 386, n. 9989, p. 145-153, 2015.

KNUTH, A. G.; HALLAL, P. C. Temporal trends in physical activity: a systematic review. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 6, n. 5, p. 548-559, 2009.

KOHL, H. W. et al. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 294-305, 2012.

KRESH, J. Y. Integrative systems view of life: perspectives from general systems thinking. In: DEISBOECK, T. S. ; KRESH, J. Y. (Ed.). **Complex systems science in biomedicine**. New York: Springer US, 2006. p.3-29.

LAFORGE, R. G. et al. Stage distributions for five health behaviors in the United States and Australia. **Preventive Medicine**, v. 28, n. 1, p. 61-74, 1999.

LAMONTE, M. J.; AINSWORTH, B. E. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 6, suppl., p. S370-S378, 2001.

LEE, I. M. et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 219-229, 2012.

LEE, R. E.; CUBBIN, C. Striding toward social justice: the ecologic milieu of physical activity. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 37, n. 1, p. 10-17, 2009.

LUKE, D. A.; STAMATAKIS, K. A. Systems science methods in public health: dynamics, networks, and agents. **Annual Review of Public Health**, v. 33, p. 357-376, 2012.

MAGLIO, P.; MABRY, P. Agent-based models and systems science approaches to public health. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 40, n. 3, p. 392-394, 2011.

MAMA, S. K. et al. Individual, social and environmental correlates of physical activity in overweight and obese African American and Hispanic women: A structural equation model analysis. **Preventive Medicine Reports**, v. 2, p. 57-64, 2015.

MARTINS, A. C. R. Continuous opinions and discrete actions in opinion dynamics problems. **International Journal of Modern Physics C**, v. 19, n. 4, p. 617-624, 2008.

MCALISTER, A. L.; PERRY, C. L.; PARCEL, G. S. How individuals, environments, and health behavior interact. In: GLANZ, K.; RIMER, B. K. ; VISWANATH, K. (Ed.). **Health behavior and health education: theory, research, and practice**. 4. ed. San Francisco: Wiley, 2008. p.169-188.

MCCORMACK, G. R. et al. Characteristics of urban parks associated with park use and physical activity: a review of qualitative research. **Health & Place**, v. 16, n. 4, p. 712-726, 2010.

MCDERMOTT, M. S. et al. The moderating impact of temporal separation on the association between intention and physical activity: a meta-analysis. **Psychology, Health & Medicine**, no prelo.

MCEACHAN, R. R. C. et al. Prospective prediction of health-related behaviours with the Theory of Planned Behaviour: a meta-analysis. **Health Psychology Review**, v. 5, n. 2, p. 97-144, 2011.

MCNEILL, L. H.; KREUTER, M. W.; SUBRAMANIAN, S. V. Social environment and physical activity: a review of concepts and evidence. **Social Science & Medicine**, v. 63, n. 4, p. 1011-1022, 2006.

MEADOWS, D. H. **Thinking in systems: a primer**. Hartford: Chelsea Green Publishing, 2008.

MICHIE, S. et al. Making psychological theory useful for implementing evidence based practice: a consensus approach. **Quality & Safety in Health Care**, v. 14, n. 1, p. 26-33, 2005.

MIELKE, G. I. et al. Time trends of physical activity and television viewing time in Brazil: 2006-2012. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 11, p. 101, 2014.

MILLER, J. H.; PAGE, S. E. **Complex adaptive systems: an introduction to computational models of social life**. New Jersey: Princeton University Press, 2007.

MITCHELL, M. **Complexity: a guided tour**. New York: Oxford University Press, 2009.

MONTAÑO, D. E.; KASPRZYK, D. Theory of reasoned action, theory of planned behavior, and the integrated behavioral model. In: GLANZ, K.; RIMER, B. K. ; VISWANATH, K. (Ed.). **Health behavior and health education: theory, research, and practice**. 4. ed. San Francisco: Wiley, 2008. p.67-96.

MÜLLER, B. et al. Describing human decisions in agent-based models—ODD+ D, an extension of the ODD protocol. **Environmental Modelling & Software**, v. 48, p. 37-48, 2013.

NASAR, J. L. **Creating places that promote physical activity: perceiving is believing**. San Diego: Active Living Research, 2015.

NETTLETON, S.; GREEN, J. Thinking about changing mobility practices: how a social practice approach can help. **Sociology of Health & Illness**, v. 36, n. 2, p. 239-251, 2014.

NIANOGO, R. A.; ARAH, O. A. Agent-based modeling of noncommunicable diseases: a systematic review. **American Journal of Public Health**, v. 105, n. 3, p. e20-e31, 2015.

NUNES, A. P. et al. Domínios de atividade física e escolaridade em São Paulo, Brasil: estudo transversal seriado, 2003 e 2008. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 8, p. 1743-1755, 2015.

ORESQUES, N. Evaluation (not validation) of quantitative models. **Environmental Health Perspectives**, v. 106, supl. 6, p. 1453-1460, 1998.

PAGE, S. E. What sociologists should know about complexity. **Annual Review of Sociology**, v. 41, p. 21-41, 2015.

PEARCE, J. R.; MADDISON, R. Do enhancements to the urban built environment improve physical activity levels among socially disadvantaged populations? **International Journal for Equity in Health**, v. 10, p. 28, 2011.

PEREIRA, M. G. **Epidemiologia: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.

PROCHASKA, J. O.; REDDING, C. A.; EVERS, K. E. The transtheoretical model and stages of change. In: GLANZ, K.; RIMER, B. K. ; VISWANATH, K. (Ed.). **Health behavior and health education: theory, research, and practice**. 4. ed. San Francisco: Wiley, 2008. p.97-121.

RAILSBACK, S. F.; GRIMM, V. **Agent-based and individual-based modeling: a practical introduction**. Princeton: Princeton University Press, 2012.

READ, M. et al. Techniques for grounding agent-based simulations in the real domain: a case study in experimental autoimmune encephalomyelitis. **Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems**, v. 18, n. 1, p. 67-86, 2012.

RECH, C. R. **A multidimensionalidade da atividade física de lazer em adultos: o papel dos aspectos intrapessoais, interpessoais e ambientais**. 2013. Tese (Doutor em Educação Física) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

RHODES, R. E.; DE BRUIJN, G. J. How big is the physical activity intention-behaviour gap? A meta-analysis using the action control framework. **British Journal of Health Psychology**, v. 18, n. 2, p. 296-309, 2013a.

_____. What predicts intention-behavior discordance? A review of the action control framework. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 41, n. 4, p. 201-207, 2013b.

RHODES, R. E.; DICKAU, L. Experimental evidence for the intention-behavior relationship in the physical activity domain: a meta-analysis. **Health Psychology**, v. 31, n. 6, p. 724-727, 2012.

_____. Moderators of the intention-behaviour relationship in the physical activity domain: a systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 4, p. 215-225, 2013.

RHODES, R. E.; FIALA, B.; CONNER, M. A review and meta-analysis of affective judgments and physical activity in adult populations. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 38, n. 3, p. 180-204, 2009.

RHODES, R. E.; NASUTI, G. Trends and changes in research on the psychology of physical activity across 20 years: a quantitative analysis of 10 journals. **Preventive Medicine**, v. 53, n. 1-2, p. 17-23, 2011.

RHODES, R. E.; YAO, C. A. Models accounting for intention-behavior discordance in the physical activity domain: a user's guide, content overview, and review of current evidence. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 12, p. 9, 2015.

RICHARD, L.; GAUVIN, L.; RAINE, K. Ecological models revisited: their uses and evolution in health promotion over two decades. **Annual Review of Public Health**, v. 32, p. 307-326, 2011.

ROBERTS, S. G. B. et al. Exploring variation in active network size: constraints and ego characteristics. **Social Networks**, v. 31, n. 2, p. 138-146, 2009.

ROMÁN-VIÑAS, B. et al. Trends in physical activity status in Catalonia, Spain (1992-2003). **Public Health Nutrition**, v. 10, n. 11A, p. 1389-1395, 2007.

RUTTEN, A.; GELIUS, P. The interplay of structure and agency in health promotion: integrating a concept of structural change and the policy dimension into a multi-level model and applying it to health promotion principles and practice. **Social Science & Medicine**, v. 73, n. 7, p. 953-959, 2011.

RYDIN, Y. et al. Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century. **The Lancet**, v. 379, n. 9831, p. 2079-2108, 2012.

RYKIEL, E. J. Testing ecological models: the meaning of validation. **Ecological Modelling**, v. 90, n. 3, p. 229-244, 1996.

SAARLOOS, D.; KIM, J. E.; TIMMERMANS, H. The built environment and health: introducing individual space-time behavior. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 6, n. 6, p. 1724-1743, 2009.

SALLIS, J. et al. An ecological approach to creating active living communities. **Annual Review of Public Health**, v. 27, p. 297-322, 2006.

SALLIS, J. F. et al. Co-benefits of designing communities for active living: an exploration of literature. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 12, p. 30, 2015.

SAMUEL, L. J.; COMMODORE-MENSAH, Y.; HIMMELFARB, C. R. D. Developing behavioral theory with the systematic integration of community social capital concepts. **Health Education & Behavior**, v. 41, n. 4, p. 359-375, 2014.

SCHUHMACHER, N.; BALLATO, L.; VAN GEERT, P. Using an agent-based model to simulate the development of risk behaviors during adolescence. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 17, n. 3, p. 1, 2014.

SHORTT, N. et al. Integrating environmental justice and socio-ecological models of health to understand population-level physical activity. **Environment and Planning A**, v. 46, n. 6, p. 1479-1495, 2014.

SILVA, I. C. et al. Trends in leisure-time physical activity in a southern Brazilian city: 2003-2010. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 11, n. 7, p. 1313-1317, 2014.

SIMON, H. A. Theories of bounded rationality. In: MCGUIRE, C. B. ; RADNER, R. (Ed.). **Decision and organization**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1972.

STAMATAKIS, E.; CHAUDHURY, M. Temporal trends in adults' sports participation patterns in England between 1997 and 2006: the Health Survey for England. **British Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 11, p. 901-908, 2008.

STERMAN, J. D. **Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world**. New York: McGraw-Hill Education, 2000.

_____. All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. **System Dynamics Review**, v. 18, n. 4, p. 501-531, 2002.

_____. Learning from evidence in a complex world. **American Journal of Public Health**, v. 96, n. 3, p. 505-514, 2006.

STILLER, J.; DUNBAR, R. I. M. Perspective-taking and memory capacity predict social network size. **Social Networks**, v. 29, n. 1, p. 93-104, 2007.

SUGIYAMA, T. et al. Perceived neighbourhood environmental attributes associated with adults recreational walking: IPEN Adult study in 12 countries. **Health & Place**, v. 28, p. 22-30, 2014.

SULLIVAN, G. M.; FEINN, R. Using effect size - or why the p value is not enough. **Journal of Graduate Medical Education**, v. 4, n. 3, p. 279-282, 2012.

TEIXEIRA, P. J. et al. Exercise, physical activity, and self-determination theory: a systematic review. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 9, p. 78, 2012.

VAN BREE, R. J. H. et al. Habit as moderator of the intention-physical activity relationship in older adults: a longitudinal study. **Psychology & Health**, v. 28, n. 5, p. 514-532, 2013.

VAN BREE, R. J. H. et al. Habit as mediator of the relationship between prior and later physical activity: a longitudinal study in older adults. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 19, p. 95-102, 2015.

VAN DYCK, D. et al. Environmental perceptions as mediators of the relationship between the objective built environment and walking among socio-economically disadvantaged women. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, p. 108, 2013.

VAN HOLLE, V. et al. Relationship between the physical environment and different domains of physical activity in European adults: a systematic review. **BMC Public Health**, v. 12, p. 807, 2012.

VAN STRALEN, M. M. et al. Determinants of initiation and maintenance of physical activity among older adults: a literature review. **Health Psychology Review**, v. 3, n. 2, p. 147-207, 2009.

VAN TUYCKOM, C. Macro-environmental factors associated with leisure-time physical activity: a cross-national analysis of EU countries. **Scandinavian Journal of Public Health**, v. 39, n. 4, p. 419-426, 2011.

VARGHA, A.; DELANEY, H. D. A critique and improvement of the CL common language effect size statistics of McGraw and Wong. **Journal of Educational and Behavioral Statistics**, v. 25, n. 2, p. 101-132, 2000.

WATTS, D. J.; STROGATZ, S. H. Collective dynamics of 'small-world' networks. **Nature**, v. 393, n. 6684, p. 440-442, 1998.

WENDEL-VOS, W. et al. Potential environmental determinants of physical activity in adults: a systematic review. **Obesity Reviews**, v. 8, n. 5, p. 425-440, 2007.

WHITMEE, S. et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. **The Lancet**, v. 386, n. 10007, p. 1973-2028, 2015.

WILENSKY, U. **NetLogo**. Northwestern University, Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, 1999. Disponível em: <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo>>. Acesso em: 22 set 2015.

WILENSKY, U.; RAND, W. **An introduction to agent-based modeling: modeling natural, social, and engineered complex systems with NetLogo**. Cambridge: MIT Press, 2015.

WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. Intelligent agents: theory and practice. **Knowledge Engineering Review**, v. 10, n. 2, p. 115-152, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **A guide for population-based approaches to increasing levels of physical activity: implementation of the WHO global strategy on diet, physical activity and health**. Geneva: WHO Press, 2007.

_____. **Interventions on diet and physical activity: what works: summary report**. Geneva: WHO Press, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR EUROPE. **Physical activity strategy for the WHO European Region 2016–2025**. Copenhagen: WHO Europe, 2015.

YANG, Y. Interactions between psychological and environmental characteristics and their impacts on walking. **Journal of Transport & Health**, v. 2, n. 2, p. 195-198, 2015.

YANG, Y. et al. Modeling spatial segregation and travel cost influences on utilitarian walking: towards policy intervention. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 51, p. 59-69, 2015.

YANG, Y. et al. Examining the impact of the walking school bus with an agent-based model. **American Journal of Public Health**, v. 104, n. 7, p. 1196-1203, 2014.

YANG, Y.; DIEZ ROUX, A. V. Using an agent-based model to simulate children's active travel to school. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, p. 67, 2013.

YANG, Y. et al. A spatial agent-based model for the simulation of adults' daily walking within a city. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 40, n. 3, p. 353-361, 2011.

_____. Exploring walking differences by socioeconomic status using a spatial agent-based model. **Health & Place**, v. 18, n. 1, p. 96-99, 2012.

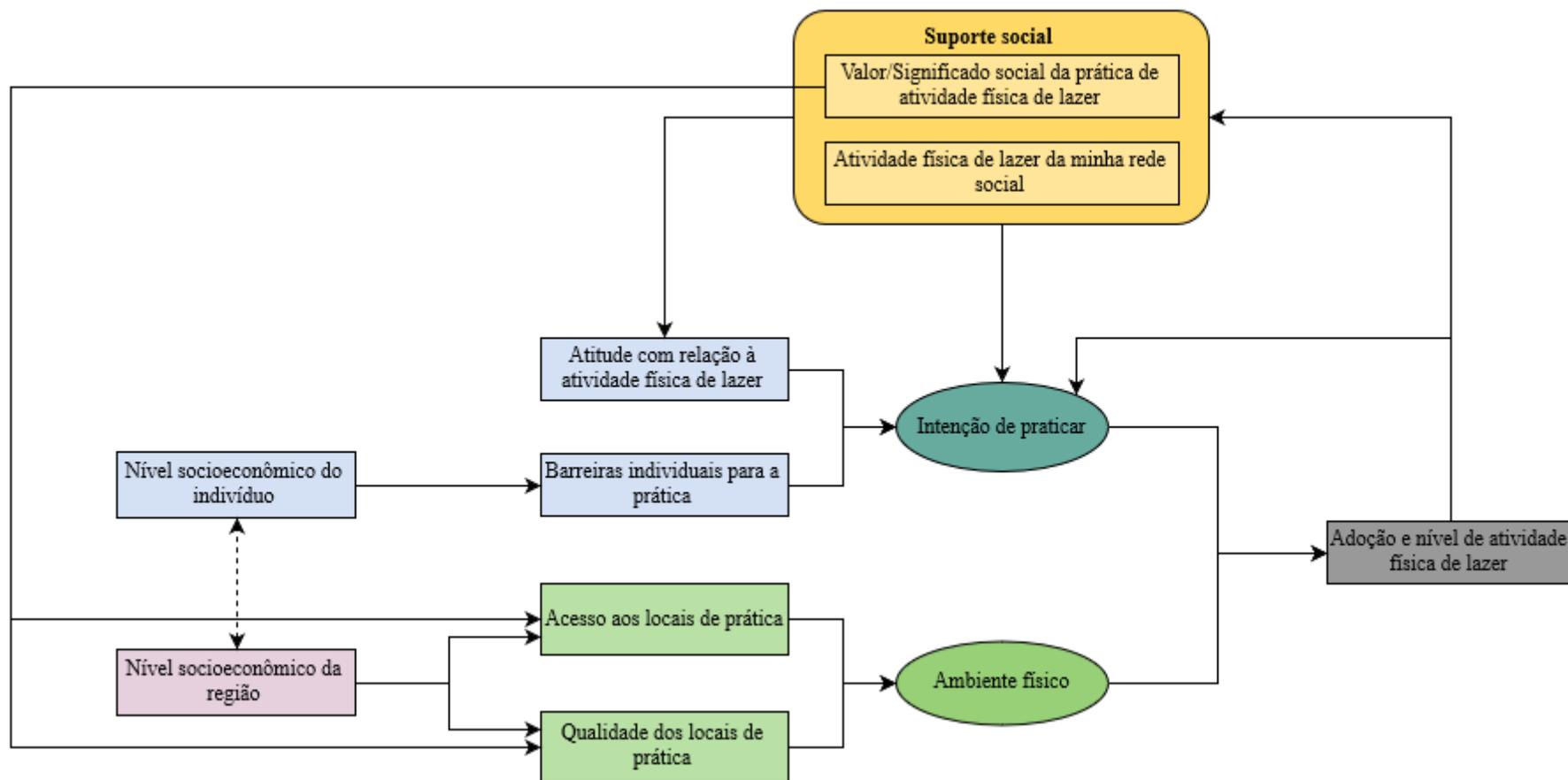
YIN, L. Assessing walkability in the City of Buffalo: application of agent-based simulation. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 139, n. 3, p. 166-175, 2013.

YOUNG, M. D. et al. Social cognitive theory and physical activity: a systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 15, n. 12, p. 983-995, 2014.

ZHANG, J. et al. Network interventions on physical activity in an afterschool program: an agent-based social network study. **American Journal of Public Health**, v. 105, supl. 2, p. S236-S243, 2015.

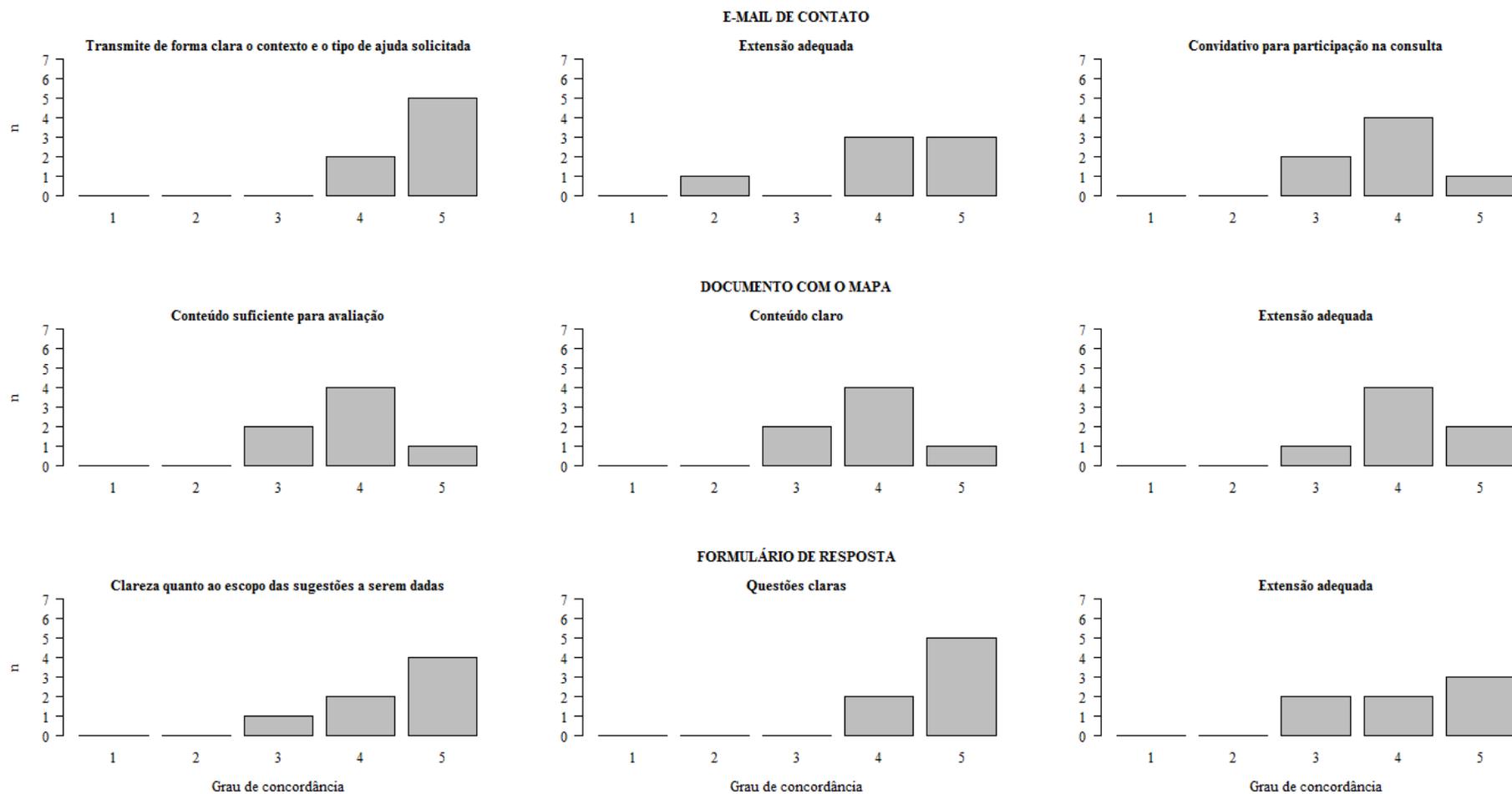
ZHANG, N. et al. Effects of social support about physical activity on social networking sites: applying the theory of planned behavior. **Health Communication**, v. 30, n. 12, p. 1277-1285, 2015.

ANEXO 1
Primeira versão do mapa conceitual



ANEXO 2

Resultados da avaliação do processo consultivo do mapa conceitual



1 = discordo totalmente. 5 = concordo totalmente.

ANEXO 3

E-mail enviado aos especialistas para avaliação do mapa conceitual

Assunto: Advice about physical activity conceptual map

Dear Professor [nome do professor],

My name is Leandro Garcia. I am a doctoral student at the University of São Paulo School of Public Health, in Brazil, under the supervision of Professors Alex Antonio Florindo and André Cavalcanti Martins, and in partnership with professors Ana Diez-Roux and Yong Yang (Drexel University).

We are in the process of developing an agent-based model with the purpose of exploring how the interaction between psychological traits and environmental attributes leads to collective patterns of leisure-time physical activity practice in adults. For this task, we have developed a conceptual map that will form the foundation for further modelling steps. However, before continuing the modelling process, we would like feedback from experts in the field on the conceptual map we have developed. Given your extensive experience and knowledge in this area of research, we would appreciate your insights our conceptual map.

If you are willing to participate, please:

1. View the conceptual map attached (there is a graphical and a textual format);
2. Answer three questions about your agreement with the conceptual map in this link: <http://goo.gl/forms/v9v7i5I7PO>.

Your participation involves minimal harm and discomfort and no cost. You will be reimbursed if you have any costs or harms due to participating in this consultation.

Answering the electronic form you consent the use of your answers in this consultation. We guarantee that you will not be identified and that the confidentiality of the information related to your privacy will be maintained. If you want, you can withdraw your consent to participate in this consultation at any time, without any losses.

You can reach Prof. Alex Antonio Florindo at the e-mail aflorind@usp.br or calling him at +55 11 3091-8157. You can also contact me at the e-mail leandromtg@usp.br. Please, feel free to let us know if anything is unclear or you need to notify something. You can also contact the Research Ethics Committee of the University of São Paulo School of Arts, Science and Humanities for more information or any notification. Telephone: +55 11 3091-1046. E-mail: cep-each@usp.br. Address: Av. Arlindo Béttio, 1000, São Paulo, SP, Brazil, postal code 03828-000.

We would like to receive your feedback and answers to the questions by November 21. If you are willing to participate but need more time, please, let me know.

Thank you very much for your time and consideration. Best,

Leandro Garcia

E-mail: leandromtg@usp.br

ANEXO 4

Documento enviado aos especialistas para avaliação do mapa conceitual

CONCEPTUAL MAP FOR LEISURE-TIME PHYSICAL ACTIVITY IN ADULTS

In this four-page document, you will find information about the assumptions of our conceptual map, its description in two formats (graphical and textual), and the operational definitions of the constructs used.

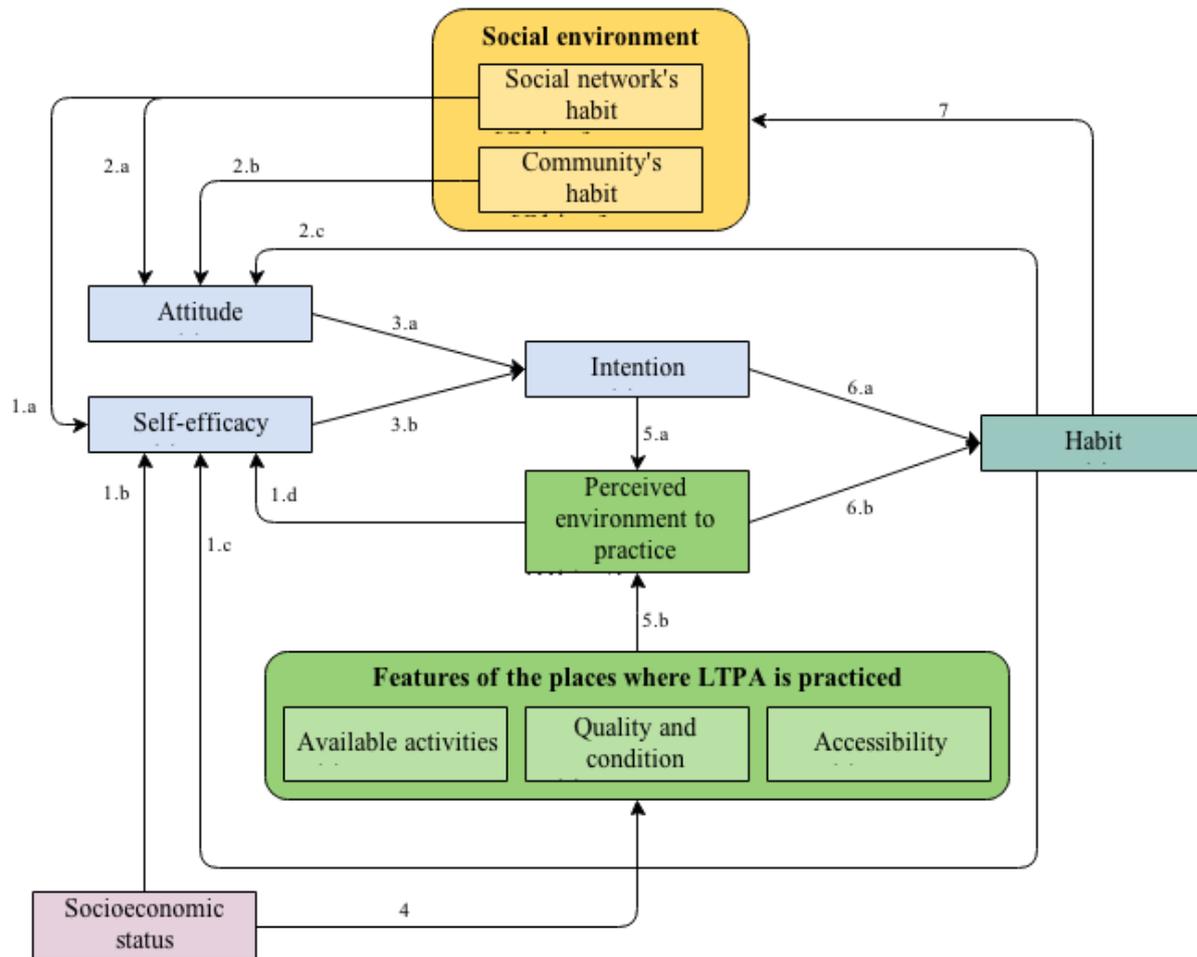
If something is unclear or you face any problem, please, send an e-mail to Leandro Garcia (leandromtg@usp.br).

Please, do not distribute this document or its content without our consent.

Assumptions

- **Model's purpose:** to explore how the interaction between psychological traits and built and social environments leads to collective patterns of leisure-time physical activity practice in adults.
- **Main objective of our first analysis:** to explore how changes in the quantity of places where leisure-time physical activity is practiced and changes in the environmental attributes of these places might influence population-level patterns and distributions of leisure-time physical activity practice.
- **Model's delimitation:** our conceptual map tries to encompass the main psychological and environmental variables and mechanisms that might be involved in the emergence of collective patterns of leisure-time physical activity practice in adults. Some aspects (such as demographic attributes and constructs related to the volitional phase of behavior adoption) are not included for the sake of simplicity, and because we feel they are not highly relevant to our research questions.
- **Theories and models that underlie the map's design:** there are elements of Social Practice theories^{1,2}, the Socioecological Model applied for physical activity³, the Planned Behavior Theory⁴, the Social Cognitive Theory⁵, and the Continuous Opinions and Discrete Actions Model⁶. Their content encompass the interaction between individuals' agency, environmental structure, and human behavior, as well as the psychological factors and processes influencing human behavior.

Conceptual map



1. *Self-efficacy* (person's self-perception about her competence to execute or control the behavior. It comprises barrier self-efficacy – confidence to overcome the possible barriers to performing repeated bouts of physical activity – and task self-efficacy – confidence to perform the specific physical activity act itself) is a function of:
 - a. *Social network's habit* (leisure-time physical activity habit of those people with whom the person has proximal relationship; similar to social support), acting on barrier self-efficacy;
 - b. *Socioeconomic status* (person or group's economic and social position in relation to others), acting on barrier self-efficacy;
 - c. *Habit* (person's regularity of leisure-time physical activity practice), acting on task self-efficacy;
 - d. *Perceived environment to practice* (person's perceptions about available places for leisure-time physical activity practice and their features – available activities, quality and condition, and accessibility – combining spatial distance and affordability), acting on barrier self-efficacy.

2. *Attitude* (person's evaluation and expectation about the behavior and its outcomes. It comprises affective attitude – enjoyment and pleasure expected from physical activity –, instrumental attitude – utility of physical activity practice –, and social reaction – social approval or disapproval the behavior produces in one's interpersonal relationships) is a function of:
 - a. *Social network's habit*, acting on instrumental attitude and social reaction;
 - b. *Community's habit* (leisure-time physical activity habit of those people living in the same relatively large, geographically delimited settlement, such as a city; similar to social norm), acting on social reaction;
 - c. *Habit*, acting on affective and instrumental attitudes.

3. *Intention* (person's conscientious inclination to practice leisure-time physical activity) is a function of:
 - a. *Attitude*;
 - b. *Self-efficacy*.

4. *Features of the places where leisure-time physical activity is practiced* is a function of *socioeconomic status*.

5. *Perceived environment to practice* is a function of:
 - a. *Intention*;
 - b. *Features of the places where leisure-time physical activity is practiced*.

6. *Habit* is a function of:
 - a. *Intention*;
 - b. *Features of the places where leisure-time physical activity is practiced*.

7. *Social environment* (social network and community's habit) is a function of the *habit* of each person.

References

1. Rütten A, Gelius P. The interplay of structure and agency in health promotion: Integrating a concept of structural change and the policy dimension into a multi-level model and applying it to health promotion principles and practice. *Soc Sci Med*. 2011;73(7):953-9.
2. Nettleton S, Green J. Thinking about changing mobility practices: how a social practice approach can help. *Sociol Health Illn*. 2014;36(2):239-51.

3. Sallis JF, Cervero RB, Ascher W, Henderson KA, Kraft MK, Kerr J. An ecological approach to creating active living communities. *Annu Rev Public Health*. 2006;27:297-322.
4. Montaña DE, Kasprzyk D. Theory of reasoned action, theory of planned behavior, and the integrated behavioral model. In: Glanz K, Rimer BK, Viswanath K, editors. *Health behavior and health education: theory, research, and practice*. 4th ed. San Francisco: Jossey-Bass; 2008. p. 67-96.
5. Bandura A. Health promotion by social cognitive means. *Health Educ Behav*. 2004;31(2):143-64.
6. Martins ACR. Continuous opinions and discrete actions in opinion dynamics problems. *Int J Mod Phys C*. 2008;19(4): 617-24.

ANEXO 5

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa para a consulta com os especialistas

ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS
E HUMANIDADES - EACH/USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Opinião de especialistas sobre mapa conceitual de atividade física no lazer em adultos

Pesquisador: Alex Antonio Florindo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 50577415.7.0000.5390

Instituição Proponente: Escola de Artes, Ciências e Humanidades - EACH/USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.322.967

Apresentação do Projeto:

- Projeto de Pós-Graduação EACH-USP (Mestrado CAF).
- Financiamento próprio.
- O projeto busca abordar os determinantes e a promoção da atividade física sob uma perspectiva sistêmica, com intuito de entender como os diferentes elementos que influenciam a atividade física interagem na conformação dos padrões coletivos de prática de atividade física no lazer. Neste sentido, é proposta uma avaliação feita por especialistas da área sobre um mapa conceitual construído, com intenção de ajudar a aprimorar o modelo, aumentando sua validade e aceitabilidade.

Objetivo da Pesquisa:

Obter a opinião de especialistas sobre um mapa conceitual, cujo tema é a interação entre atributos psicológicos dos indivíduos e dos ambientes físico construído e social na conformação de padrões coletivos de atividade física no lazer em adultos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: riscos mínimos.

Benefícios: os especialistas receberão via e-mail a versão final do mapa conceitual.

Endereço: Av. Arlindo Béttio, nº 1000

Bairro: Ermelino Matarazzo

CEP: 03.828-000

UF: SP **Município:** SAO PAULO

Telefone: (11)3091-1046

E-mail: cep-each@usp.br

Continuação do Parecer: 1.322.967

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O processo de criação do mapa conceitual começou pela elaboração de uma primeira versão a partir do conhecimento acumulado pelo pesquisador. Em seguida, modificou-se o mapa iterativamente a partir de informações obtidas por revisão da bibliografia.

A etapa seguinte será obter a opinião de especialistas sobre o mapa. Essa consulta ocorrerá em duas etapas. Primeiramente, o processo de consulta em si será avaliado em uma aplicação piloto com 10 especialistas brasileiros. Eles receberão um e-mail explicando o contexto da pesquisa e o seu papel nessa etapa. Caso concordem em

participar, receberão um segundo e-mail a partir do qual a avaliação do mapa e do processo consultivo começará. Além de avaliar o mapa conceitual, sobre o processo consultivo eles avaliarão se: a) O e-mail de contato transmite de forma clara o

contexto e o tipo de ajuda solicitada, tem extensão adequada e é convidativo para a participação na consulta; b) O documento contendo o mapa conceitual tem o que é necessário para avaliá-lo, é transmitido de forma clara e tem extensão adequada; c) O formulário de avaliação do mapa conceitual deixa claro que a avaliação e as sugestões devem se basear no objetivo e na delimitação do modelo, as questões são transmitidas de forma clara e tem extensão adequada. Em todas as questões, os avaliadores informarão seu grau de concordância por meio de uma escala Likert de cinco pontos (1 = discordo totalmente; 5 = concordo totalmente). Os avaliadores também informarão o tempo dedicado à avaliação do mapa e poderão escrever outros comentários. Todo o processo e material de consulta será revisado à luz das sugestões e dos pontos considerados mais críticos. Na fase seguinte, 40 especialistas de todo o mundo serão selecionados para o processo de consulta, considerando a sua reconhecida e consistente produção científica internacional em pelo menos um dos campos de conhecimento abordados pelo mapa. Todos serão doutores, mas buscar-se-á incluir pesquisadores jovens e sêniores de várias partes do mundo, a fim de obter perspectivas mais heterogêneas sobre o mapa. Os especialistas receberão e-mails individuais convidando-os à consulta, contendo o mapa conceitual como anexo e um link para um formulário eletrônico de avaliação. Será estabelecido um prazo de 15 dias para o envio das respostas. Um e-mail de lembrete será enviado sete dias antes do

término do período de consulta e será ofertada a extensão do prazo àqueles que precisarem. A avaliação do mapa conceitual consistirá de três perguntas: a) "Quanto você concorda ou discorda com o mapa conceitual atual?"; b) "Na sua opinião, há qualquer variável ou mecanismo não contido no mapa conceitual atual que deveria ser incluído?"; c) "Na sua opinião, há qualquer variável ou mecanismo contido no mapa conceitual atual que deveria ser excluído?". Na primeira questão, os

Endereço: Av. Arlindo Béttio, nº 1000

Bairro: Ermelino Matarazzo

CEP: 03.828-000

UF: SP **Município:** SAO PAULO

Telefone: (11)3091-1046

E-mail: cep-each@usp.br

ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS
E HUMANIDADES - EACH/USP



Continuação do Parecer: 1.322.967

especialistas informarão seu grau de concordância por meio de uma escala Likert de cinco pontos (1 = discordo totalmente; 5 = concordo totalmente). As outras duas questões serão abertas. Haverá ainda um campo para outros comentários. O mapa conceitual será então aprimorado, tendo como subsídios as respostas dos especialistas complementadas por novas informações obtidas pela continuação da revisão da bibliografia.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram devidamente apresentados conforme as normas do CEP. O TCLE foi apresentado nos formatos português e inglês - conforme características da amostra que se pretende conquistar. Observação: todo processo será conduzido eletronicamente.

Recomendações:

--

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

--

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado, porém, não ficaram esclarecidas as funções dos envolvidos no projeto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_615889.pdf	29/10/2015 10:49:00		Aceito
Outros	Carta_protocolo.pdf	29/10/2015 10:48:14	Leandro Martin Totaro Garcia	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	29/10/2015 10:46:43	Leandro Martin Totaro Garcia	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	29/10/2015 10:46:26	Leandro Martin Totaro Garcia	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinada.pdf	29/10/2015 10:45:55	Leandro Martin Totaro Garcia	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Arlindo Béttio, nº 1000

Bairro: Ermelino Matarazzo

CEP: 03.828-000

UF: SP **Município:** SAO PAULO

Telefone: (11)3091-1046

E-mail: cep-each@usp.br

ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS
E HUMANIDADES - EACH/USP



Continuação do Parecer: 1.322.967

SAO PAULO, 13 de Novembro de 2015

Assinado por:
Beatriz Aparecida Ozello Gutierrez
(Coordenador)

Endereço: Av. Arlindo Béttio, nº 1000

Bairro: Ermelino Matarazzo

CEP: 03.828-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-1046

E-mail: cep-each@usp.br

ANEXO 6

Código em R da análise de consistência

```
####Abrir o pacote####
library(spartan)

####Diretório onde estão os outputs das simulações####
FILEPATH <- getwd()

####Quantidade de replicações em cada distribuição####
SAMPLESIZES <- c(1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100)

####Outputs que serão analisados####
MEASURES <- c("Prevalence", "Int. low", "Int. Interm.", "Int. high")

####Quantidade de distribuições que serão comparadas####
NUMSUBSETSPERSAMPLESIZE <- 20

####Arquivo que contém os outputs das simulações####
AA_SIM_RESULTS <- "SimOutputs.csv"

####Arquivo que conterà os resultados do Teste A de Vargha-Delaney####
ATESTRESULTSFILENAME <- "ATest.csv"

####Valor do Teste A, em qualquer direção a partir de 0.5, que deverá ser considerado
como grande diferença####
LARGEDIFFINDICATOR <- 0.21

####Arquivo que conterà o máximo e a mediana dos valores do Teste A para cada
quantidade de replicação####
SUMMARYFILENAME <- "ATest_MaxMedians.csv"

####A maior quantidade de replicações utilizada####
MAXSAMPLESIZE <- 100

####Valores do teste A acima de 0.5 (sem diferença) a partir do qual se deve considerar
pequena, média e grande diferença entre duas distribuições. Usados nos gráficos####
SMALL <- 0.56
MEDIUM <- 0.64
LARGE <- 0.71

####Arquivo que conterà os gráficos sumarizando os resultados para todas as
quantidades de replicações####
GRAPHOUTPUTFILE <- "ATest_Graphs.pdf"
```

```
####Pontos no tempo sendo analisados####  
w <- seq (0, 12, 1)  
TIMEPOINTS <- w  
TIMEPOINTSSCALE <- "year"  
  
####Resultados####  
#Obtém os resultados do Teste A e produz os gráficos para cada quantidade de  
replikações#  
aa_getATestResults (FILEPATH, SAMPLESIZES, NUMSUBSETSPERSAMPLESIZE, MEASURES,  
AA_SIM_RESULTS, ATESTRESULTSFILENAME, LARGEDIFFINDICATOR,  
TIMEPOINTS=TIMEPOINTS, TIMEPOINTSSCALE=TIMEPOINTSSCALE)  
  
#Sumariza os resultados obtendo o máximo e a mediana para cada quantidade de  
replikações#  
aa_sampleSizeSummary (FILEPATH, SAMPLESIZES, MEASURES, ATESTRESULTSFILENAME,  
SUMMARYFILENAME, TIMEPOINTS=TIMEPOINTS, TIMEPOINTSSCALE=TIMEPOINT  
SCALE)  
  
#Gera os gráficos sumarizando os resultados para todas as quantidades de replikações#  
aa_graphSampleSizeSummary (FILEPATH, MEASURES, 100, SMALL, MEDIUM, LARGE,  
SUMMARYFILENAME, GRAPHOUTPUTFILE, TIMEPOINTS=TIMEPOINTS,  
TIMEPOINTSSCALE=TIMEPOINTSSCALE)
```

ANEXO 7
Código em R da análise de sensibilidade individualizada
(exemplo com um dos parâmetros)

```
####Abrir o pacote####  
library(spartan)  
  
####Diretório onde estão os outputs das simulações####  
FILEPATH <- getwd()  
  
####Nome do arquivo contendo os outputs das simulações####  
CSV_FILE_NAME <- "OAT_Medians.csv"  
  
####Parâmetro que será analisado####  
PARAMETERS <- "min.activities"  
  
####Valores do parâmetro####  
PMIN <- 1  
PMAX <- 10  
PINC <- 1  
PARAMVALS <- NULL  
  
####Valor de referência do parâmetro####  
BASELINE <- 1  
  
####Outputs que serão analisados e suas escalas####  
MEASURES <- c("Prevalence", "Int. low", "Int. interm.", "Int. high")  
MEASURE_SCALE <- c("%", "%", "%", "%")  
  
####Colunas no arquivo contendo os outputs das simulações em que os outputs começam  
e terminam####  
OUTPUTCOLSTART <- 2  
OUTPUTCOLEND <- 5  
  
####Arquivo que conterá os resultados do Teste A de Vargha-Delaney####  
ATESTRESULTFILENAME <- "OAT_ATest.csv"  
  
####Valor do Teste A, em qualquer direção a partir de 0.5, que deverá ser considerado  
significativo####  
ATESTSIGLEVEL <- 0.21  
  
####Pontos no tempo sendo analisados####  
w <- seq (0, 12, 1)  
TIMEPOINTS <- w  
TIMEPOINTSCALE <- "year"
```

```
####Resultados####
```

```
#Obtém os resultados do Teste A para cada valor do parâmetro#
```

```
oat_csv_result_file_analysis(FILEPATH, CSV_FILE_NAME, PARAMETERS, BASELINE,  
                             MEASURES, ATESTRESULTFILENAME, PMIN, PMAX, PINC, PARAMVALS,  
                             TIMEPOINTS, TIMEPOINTSCALE)
```

```
#Gera os gráficos resumando os resultados para todos os valores do parâmetro#
```

```
oat_graphATestsForSampleSize(FILEPATH, PARAMETERS, MEASURES, ATESTSIGLEVEL,  
                              ATESTRESULTFILENAME, BASELINE, PMIN, PMAX, PINC, PARAMVALS,  
                              TIMEPOINTS, TIMEPOINTSCALE)
```

```
#Gera os gráficos resumando a distribuição dos resultados para todos os valores do  
parâmetro#
```

```
oat_plotResultDistribution(FILEPATH, PARAMETERS, MEASURES, MEASURE_SCALE,  
                           CSV_FILE_NAME, BASELINE, PMIN, PMAX, PINC, PARAMVALS,  
                           TIMEPOINTS, TIMEPOINTSCALE)
```

ANEXO 8**Código em R da análise de sensibilidade global**

```
####PARA GERAR AS AMOSTRAS POR HIPERCUBO LATINO####
####Abrir os pacotes####
library(spartan)
library(lhs)

####Diretório onde o arquivo com as amostras será salvo####
FILEPATH <- getwd()

####Nomes dos parâmetros para os quais serão gerados valores####
PARAMETERS <- c("alpha.behavior", "alpha.network", "alpha.comm", "prop.ltpa.sites",
               "mean.ql", "perception.radius")

####Quantidade de amostras a serem geradas####
NUMSAMPLES <- 100

####Valor mínimo e máximo para cada parâmetro####
PMIN <- c(0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0, 1)
PMAX <- c(0.503, 0.503, 0.503, 5, 1, 15)

####Algoritmo a ser usado para gerar as amostras####
ALGORITHM <- "optimum"

####Resultado####
lhc_generate_lhc_sample(FILEPATH, PARAMETERS, NUMSAMPLES, PMIN, PMAX, ALGORITHM)

####PARA ANALISAR OS DADOS####
####Abrir o pacote####
library(spartan)

####Diretório onde estão os outputs das simulações####
FILEPATH <- getwd()

####Nomes dos parâmetros que serão analisados####
PARAMETERS <- c("alpha.behavior", "mean.ql", "perception.radius", "alpha.network",
               "alpha.comm", "prop.ltpa.sites")

####Outputs que serão analisados e suas escalas####
MEASURES <- c("Prevalence", "Int. low", "Int. interm.", "Int. high")
MEASURE_SCALE <- c("%", "%", "%", "%")

####Quantidade de amostras criadas a partir do hipercubo latino####
NUMSAMPLES <- 100
```


ANEXO 9

Comentários dos especialistas sobre a sétima versão do mapa conceitual

Avaliador	Concordância com o mapa	O que adicionar ao mapa	O que retirar do mapa	Outros comentários
1	4	Important variables are included. I think the model is sufficient for initial analysis	No	Good model test it
2	4	More of an ecological framework, including the policy environment Safety is another key issue to included Is this meant for Latin America or all countries/areas of the world? Would specify	Would change the term “habit” to “behavior” I’m not certain what “perceived environment to practice” means In general, the model covers psychological variables better than environmental/policy variables and the latter could be improved.	-
3	4	I’m not quite sure but time it is sometimes a constraint to LTPA. Secondly it seems that acessibility may overlap the idea of facilities (having facilities), which, in fact are not the same.	-	Well done. Thank you
4	4	I think that ‘habit’ is developed after initiation of a behaviour. In my opinion, intention is enough to initiate a behaviour, but a setting that facilitates the behaviour is needed for maintenance/habit. Given that individual-level interventions focusing on motivation are often successful in the short term, but sustaining behavioural change is a real challenge, you may want to clarify that intention and environment play a complementary role in the process toward achieving a habit.	I am not sure about dividing ‘social environments’ into social network and community (these two sound similar). I wonder if you could simply list this as something like ‘social norm’.	Intention is considered to influence people’s environmental perceptions (5.a). I assume that people with and without intention see the environment differently. But, some particular settings may provide a cue for physical activity. In such a case, environmental perception may also influence intention.

Avaliador	Concordância com o mapa	Adicionar ao mapa	Retirar do mapa	Outros comentários
5	3	<p>Overall this an interesting model and I appreciate the use of different theories and models to attempt explain potential interactions between psychosocial and built environment variables. However, I see a few limitations.</p> <p>First, the assumption that socioeconomic characteristics is the only explanation for built environment features is really simplistic. Policies at all levels (local, state and federal), community preferences, real state market, local geography are examples of variables that potentially affect the built environment and hence it might change peoples perceptions. Would you say if someone changes its socioeconomic status this will change perceptions of the environment? or it would change the quality or features within the surrounding environment? This is major limitation in my perspective.</p> <p>Second, perception of the environment are affected by previous experiences in the environment which also is related to the time a person lives in the area or neighborhood. Hence, these two variables should be better explained in the model.</p>	<p>I'm not convinced by the actual model and the references you included that "habit" is a good description for the outcome variable. What do you want to predict? Participation in any activity? The time or the frequency of LTPA?</p> <p>The definition of habit is not clear and I'm not even sure this is applicable to leisure physical activity since this is not a very stable behavior. For instance, if for any reason you feel ill and can't practice any PA for one or two weeks how would you classify this person? If you enjoy being active once a month doing a monthly field trip for camping would this be enough for you to be classified and having a PA habit?</p> <p>This is critical and should be really refined or excluded to better reflect the outcome variable.</p>	-
6	3	<p>The interplay among various domains of physical activity should be considered. For example, someone who travels by foot for four miles each day (to and from work for example) may not be physically active in leisure time.</p>	-	<p>This is interesting work and should be continued. I do hope you also incorporate systems thinking into your model as it matures. Thank you for including me.</p>

Avaliador	Concordância com o mapa	Adicionar ao mapa	Retirar do mapa	Outros comentários
7	2	My feeling is that you cover most of the relevant bases and that adding further constructs would probably result mainly in redundancy within the model.	<p>I would tend to look at things somewhat more simply, in terms of opportunities provided by the physical environment and what other people are observed are doing.</p> <p>Variables that get close to what people would infer about their own behaviour, like self-efficacy and intentions, will always had a bit of exclamatory power to a model don't seem to me to be as interesting as try to characterise in more depth, the relevant environmental and social factors</p>	<p>I do find the model somewhat abstract, when it is describing a field in which there is a body of empirical evidence and some established frameworks.</p> <p>It might be helpful to look specifically at what the evidence is on associations of particular environmental attributes with different physical activity behaviours; there is a nice conceptual paper by Sugiyama in MSSE and several reviews that have been done on the evidence in this field</p>
8	-	-	-	<p>Não tenho nenhuma proposta de mudança ao mapa. Considero que o mapa é muito feliz ao dar a adequada dimensão a aspectos fundamentais na mudança de comportamento, ao Social Network Habits, assim como o Community Habits, mas também e principalmente à Percepção Ambiental para a Prática.</p>
9	4	-	<p>In addition to the socioeconomic status the model should include other demographic factors that are recognized as correlates or determinants of PA. Many of the connections pointed in the model are unidirectional while in fact we might think about such linking in a bidirectional way.</p>	<p>I could not see any factor to be excluded.</p>
10	2	<p>I believe you are covering relevant variables and mechanisms. I only have small comments which I will address in the last space provided</p>	<p>You should not exclude any constructs</p>	<p>My only concern in the way you have developed your conceptual framework relates to the definitions of some of your constructs. For instance the definition of social environment that is provided in the model, a function of social network and community habit, I will add that it is also a function of socio-economic status.</p>

Avaliador	Concordância com o mapa	Adicionar ao mapa	Retirar do mapa	Outros comentários
11	-	-	-	<p>At a quick glance, here are some thoughts that initially come to mind in looking at your conceptual map:</p> <ul style="list-style-type: none"> • It appears, from one of the lines in the document in which it's noted that you're not specifically interested in the "volitional phase of behavior adoption", this implies that you are interested in people that are already in some phase of being active? If so, then it would appear that you would be capturing how active or somewhat active people are shifting their choices of physical activity location/venue when new venues are added, as opposed to seeing how many begin some leisure physical activity? • Proximity/convenience of getting to places for LTPA would be important, and it's unclear whether this is currently captured in your map. • In the general physical activity literature, self-efficacy has tended to be a better prospective overall predictor of physical activity as well as changes in PA relative to Planned Behavior Theory constructs (such as "attitudes" and "intentions"). Given that, I would suggest that you make sure to measure Self-efficacy well. • In the social environment domain, can you capture media-based messages and signage, etc. in the community related to physical activity? (For instance, during the World Cup, there was a lot of media focused on athletics and physical activities which could have influenced, at least during that time, people's overall LTPA).

Avaliador	Concordância com o mapa	Adicionar ao mapa	Retirar do mapa	Outros comentários
12	3	<p>Missing other drivers of attitude including physical ability, dissonance between physical environment and physical abilities (different to self efficacy) Does social environment include social media, social norms, communication of social norms more specificity about attitude and how does this differ from intention? similarly self efficacy is perceived ability and control to do something - attitude would be a sub set of this? More than perceived environment (you've dealt with this in the subjective steps earlier in the chain) by the environment it is actual influences i think Drivers into intention to habit are relatively complex but from habit to social environment seems a bit limited</p>	Sorry put everything in box one	-
13	4	<p>I'm not sure about the pathway that one's habit affects the social environment, or at least I think this should be a reciprocal relationship.</p> <p>Also, will your model be behaviour specific? LTPA is a very broad concept: walking for recreation, cycling for recreation, jogging, gym, sport...in my experience the environment is not a great predictor of non-specific LTPA (see my early paper in SSM for the distance of decay parameters which shows that people will travel further to use LTPA facilities than those for walking).</p>	No - I think you have covered the pathways well - could 5a also be bidirectional pathway (rather than unidirectional)? could there also be a direct pathway from features of the places where LTPA is practiced to self-efficacy and habit (rather than through perceived environment to practice?) – I'm not sure, but it could be direct and mediated through perceived - I guess it will depend upon how you measure perceived.	Nice survey - thank you and good luck

Avaliador	Concordância com o mapa	Adicionar ao mapa	Retirar do mapa	Outros comentários
14	4	<p>Link between habit and perceived environment - I think there is a bidirectional associations possible here, in that the amount of PA you undertake may influence your perceived environment (i.e. you may have not been aware of activity opportunities in your neighbourhood, such as classes on offer, until you actively started looking for them to help maintain your PA).</p> <p>Your introduction mentioned the interaction between env and psych variables, but the model does not reflect that (i.e. it is assuming a linear relationship between the variables). Recent work has started to show that PA-promoting environmental features may be more important for those with low attitude/intention, and so assuming that associations work the same for all may be a bit simplistic.</p>	It may be useful to distinguish more between social network and community - they could overlap.	Good luck with the work.
15	4	I do not think new variables are needed. The problem is that the model needs to take into account accelerants, delays, competing actions, as suggested in some system approaches.	No.	I like the conceptual map, but think you should try to incorporate some system's thinking to it.

Avaliador	Concordância com o mapa	Adicionar ao mapa	Retirar do mapa	Outros comentários
16	-	-	-	<p>Leandro,</p> <p>Olhei tua proposta - bastante ousada (adequada a um doutoramento).</p> <p>Senti falta da influência do modelo transteórico (Prochaska). Não cabe no teu background?</p> <p>Até por influência dos estágios de mudança, parece-me haver um “pulo” grande entre intenções & percepção do ambiente e “hábitos”. Penso que “experimentar a prática” ou praticar por um período experimental ainda não constitui um “hábito”, mas é quase inevitável nesse processo de mudança de comportamento.</p>
17 (continua na próxima página)	5	<p>Conceptual Map's Evaluation for LTPA in Adults</p> <p>1. Self-efficacy: I consider that figure and the textual description are consistent.</p> <p>2. Attitude: The figure is clear and it has the necessary link. In the textual part, I believe that the item “Social network's habit” also acts on the “affective attitude”, because social networks are formed mostly for the sake of collective practice. For example, some people like and feel more comfortable in performing collective PA the affective connection originated this practice. I agree that the other degrees of attitude are contemplated here.</p>	No, there aren't.	-

Avaliador	Concordância com o mapa	Adicionar ao mapa	Retirar do mapa	Outros comentários
17 (continuação)		<p>3. Intention: The arrows in the figure are well positioned. The only caveat I do is for ordination. I am not convinced that the attitude precedes the self-efficacy in the order of arrows! On the other hand, I think, the attitude has a more critical input to generate an intention than just the feel able to execute or control a given behavior.</p> <p>4. Features of the place where LTPA is practiced: The figure and the textual description are consistent.</p> <p>5. Perceived environment to practice: I agree with the two mentioned paths and their order. I think whom the way I perceive the environment to practice may be influenced by the social environment (i.e., by both social networks and the community where I belong). It may be worth testing the inclusion of an arrow from the social environment for the perceived environment to practice.</p> <p>6. Habit: I agree.</p> <p>7. Social environment: I agree.</p>		

Avaliador	Concordância com o mapa	Adicionar ao mapa	Retirar do mapa	Outros comentários
18 (continua na próxima página)	5	<p>Thank you for the chance to review this conceptual model. I think it is a very interesting and important study you are doing and I am looking forward to the results.</p> <p>Just some considerations came to mind. Please consider them as food for thought, not as concrete suggestions since I understand that some of these considerations may have already been discussed and decided upon during the development of the model:</p> <p>1. Have you considered aesthetics of the environment? The characteristics that are now considered are more functional (availability, accessibility). Aesthetics is more personally determined which may make it more difficult to include in your model, but it may be important for physical activity in adults (see Bauman et al, 2012: doi:10.1016/S0140-6736(12)60735-1).</p> <p>2. Have you considered to include perceived environment as a determinant of attitude? For example, when an environment is more attractive, being active in this environment may appear more pleasant, influencing affective attitude.</p>	-	<p>I was wondering about the influence of perceived environment on habit. Do you assume a direct relation or does the perceived environment act as a moderator between intention and habit? For example, when a person has a very positive intention but they perceive barriers in the perceived environment (e.g. no adequate facility nearby) they may not be able to turn this intention into action. On the other hand, if a person has a very positive intention and the facility is available, they are able to be active as planned. Is it possible to include interactions in your model?</p> <p>Are the features of the places where LTPA is practiced considered to be constant (apart from the influence of SES but that is static since SES does not change in this model)? In other words, are people assumed to only be exposed to the PA places in their own neighbourhood/environment? Or are they allowed to go to other neighbourhoods/environments? For example, when people develop a PA habit, they may choose to move to a different neighbourhood with better facilities or they may travel further for better facilities.</p>

Avaliador	Concordância com o mapa	Adicionar ao mapa	Retirar do mapa	Outros comentários
18 (continuação)		<p>3. Would you consider habit influencing the perceived environment as well? When people are more exposed to their PA-relevant environment (by being active in them), they may change their perception of this environment. Furthermore, it is possible that people who are not active, judge the PA-environment less positive due to cognitive dissonance mechanisms? This last aspect may already be covered with the link between intention and perceived environment.</p> <p>4. I noticed that subjective norm, one of the factors in the Theory of Planned Behaviour, is not included in the model. The concept of 'social reaction' within 'attitude' did seem to overlap with this concept. Did you merge these two concepts deliberately?</p>		<p>In the introduction of the model, it is stated that some constructs are not included in the model due to simplicity considerations. I understand that it is not possible to include everything but some of these factors do seem to be very important in determining physical activity and they may also interact with some of the other variables. Do you somehow adjust for the variation in these underlying determinants in your model? Especially health status (which is also socioeconomically determined) may be important to consider.</p> <p>There is a small mismatch between the graphical representation and textual representation of the model: In the graphical representation, habit is a function of the perceived environment, while in the textual format, it is said to be influenced by the features of the places where ltpa is practiced. In my comments, I assumed the figure was correct.</p> <p>I think it is a very well developed model and it contains most important features. I wish you good luck with your further research and I am looking forward to the results! Please do not hesitate to contact me if any of my comments is unclear or if you have additional questions.</p>

ANEXO 10

Modelo baseado em agentes

O modelo baseado em agentes desenvolvido nesta tese e o *software* NetLogo 5.2.1, necessário para abrir o modelo, estão disponíveis no disco compacto afixado na contracapa desta tese.

ANEXO 11**Gráficos, planilhas e *outputs* originais do modelo referentes às análises de consistência, sensibilidade individualizada e sensibilidade global**

Todos os gráficos, planilhas e *outputs* originais do modelo referentes às análises de consistência e sensibilidade estão disponíveis no disco compacto afixado na contracapa desta tese.

CURRÍCULO LATTES DO AUTOR DA TESE

Currículo do Sistema de Currículos Lattes (Leandro Martin Totaro Garcia) <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4250974J3>



Leandro Martin Totaro Garcia

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/5012695860166654>
Última atualização do currículo em 19/01/2016

Minha pesquisa e atuação recentes têm sido sobre determinantes e promoção da atividade física em populações, usando a perspectiva e as ferramentas da ciência de sistemas, combinadas com métodos epidemiológicos. Sou aluno de doutorado em Nutrição em Saúde Pública e membro do Grupo de Pesquisas Epidemiológicas em Atividade Física e Saúde, ambos situados na Universidade de São Paulo. E-mail: leandromtg@gmail.com. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Leandro Martin Totaro Garcia
Nome em citações bibliográficas	GARCIA, L. M. T.;Garcia, Leandro Martin Totaro;GARCIA, LEANDRO MARTIN T.;GARCIA, LEANDRO MT;GARCIA, LEANDRO MARTIN

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2012	Doutorado em andamento em Nutrição em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. com período sanduíche em Drexel University (Orientador: Ana Victoria Diez Roux). Título: Desenvolvimento de um modelo baseado em agentes para investigar a conformação e evolução de padrões populacionais de atividade física no lazer em adultos, Orientador: 🇺🇸 Alex Antonio Florindo. Coorientador: André Cavalcanti Rocha Martins. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil.
2009 - 2011	Mestrado em Educação Física (Conceito CAPES 5). Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil. Título: Aspectos sociodemográficos, morbidades referidas e atividades físicas relacionadas ao comportamento sedentário em adultos trabalhadores,Ano de Obtenção: 2011. Orientador: 🇺🇸 Markus Vinicius Nahas. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil.
2007 - 2008	Especialização em Adolescência para Equipe Multidisciplinar. (Carga Horária: 496h). Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, Brasil. Título: Atividades físicas e barreiras referidas por adolescentes atendidos num serviço de saúde. Orientador: Mauro Fisberg. Bolsista do(a): Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo, FAP-UNIFESP, Brasil.
2002 - 2006	Graduação em Educação Física. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Efeitos de diferentes tipos de exercícios físicos sobre o tecido adiposo visceral em adolescentes obesos. Orientador: Ana Paula Ferreira Vilar.

CURRÍCULO LATTES DO ORIENTADOR

Currículo do Sistema de Currículos Lattes (Alex Antonio Florindo)

<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4700456T5>



Alex Antonio Florindo

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2 - CA MS - Educação Física, Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/7027071749572031>
Última atualização do currículo em 25/01/2016

Formado em Educação Física pela Universidade Camilo Castelo Branco em 1996. É sanitário e epidemiologista e realizou Doutorado em Saúde Pública em 2003 pelo Departamento de Epidemiologia e Pós-Doutorado em Saúde Coletiva em 2005 pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. É Professor Associado da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, onde fez a Livre-Docência no ano de 2009. É Professor de epidemiologia da atividade física no curso de graduação em Educação Física e Saúde e nos cursos de pós-graduação em Ciências da Atividade Física e de Nutrição em Saúde Pública da Universidade de São Paulo. É líder do Grupo de Estudos e Pesquisas Epidemiológicas em Atividade Física e Saúde (GEPAF) da Universidade de São Paulo e suas linhas de pesquisa são nas áreas de: métodos de avaliação da atividade física aplicados à populações; prevalência e fatores associados à prática de atividade física em populações; atividade física na prevenção de doenças em populações; e no estudo de intervenções para a promoção da atividade física em populações. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Alex Antonio Florindo
Nome em citações bibliográficas	FLORINDO, A. A.; FLORINDO, ALEX ANTONIO; FLORINDO, ALEX ANTÔNIO; FLORINDO, ALEX; FLORINDO, ALEX A.; FLORINDO, ALEX A

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, Escola de Artes Ciências e Humanidades Each. Rua Arlindo Bettio, 1000 Ermelino Matarazzo 03828000 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30918157 URL da Homepage: http://www.each.usp.br/gepaf
------------------------------	---