

## Early childhood development friendly index: assessing the enabling environment for Nurturing Care in Brazilian municipalities

**Section I. What is your idea?** The first 1,000 days, starting at conception, is a period of special sensitivity for child development.<sup>1,2</sup> Investing on Nurturing Care for Early Childhood Development (ECD) during this major window of opportunity is needed to increase health, productivity and social cohesion along the life course and has intergenerational benefits.<sup>1-3</sup> Nurturing Care is defined as a stable environment that is sensitive to children's health and nutritional needs, with protection from threats, opportunities for early learning, and interactions that are responsive, emotionally supportive, and developmentally stimulating.<sup>2</sup> In Brazil, the diversity and disparities in environmental, political, and socioeconomics aspects among the 5,570 Brazilian municipalities are likely to be linked with ECD inequities, i.e., the poorest children are growing up at risk of not fulfilling their physical, psycho-social, emotional and cognitive potential, perpetuating the intergenerational poverty cycle.<sup>3</sup> In order to create an equitable enabling environment for ECD Nurturing Care interventions, evidence-based policies and Nurturing Care packages should be provided at developmentally appropriate times during the life course, targeting multiple risks, and building upon existing delivery platforms to allow scalability.<sup>2,3</sup> The Brazilian government has been working to implement decentralized social policies and programs, such as the large scale Nurturing Care ECD program (e.g., *Programa Criança Feliz*) at the municipality level. Thus, assessing the ECD landscape of each of the 5,570 Brazilian municipalities is a key to successfully identify priorities and allocate investments and resources to enhance ECD. **Our proposal aims to develop an ECD friendly index (ECD-FI), based on a core set of evidence-based Nurturing Care indicators, to assess the enabling environment and promote ECD at the municipality level by monitoring and identifying opportunities to scale up ECD programs locally.**

Unconventional and creative approach. Deploying the ECD-FI at the municipality level is an unprecedented approach in Brazil, as well as globally. Indexes for tracking progress in key indicators measuring the enabling environment in areas relevant to ECD, such as breastfeeding and newborn care, have been successfully developed worldwide.<sup>4-6</sup> Build upon these experiences, we will develop the ECD-FI grounded on the solid Nurturing Care framework.<sup>7</sup> This framework is composed by five interrelated and highly specific domains: *health, nutrition, opportunities for early learning, responsive parental-child relationships, and safety and protection*. The innovative aspect of our proposal is to create the index through machine learning methods<sup>8,9</sup> to run analytical models considering demographic information and risk factors, at municipal level, for poor ECD environment. We will generate an index customized to each municipal context, comparable among its peers, at a data disaggregation level currently not available in Brazil.

Hypothesis and expected success. ECD is an emerging priority area in Brazil where decision makers need strong evidence to guide sound investments. There is a lack of national data on ECD outcomes, as well as a standard framework to evaluate and scale up ECD policies and programs. Our hypothesis is that ECD-FI will allow to measure the capacity and performance of each Brazilian municipality in offering an ECD-friendly environment by identifying strengths and weaknesses in the Nurturing Care domains. ECD-FI will facilitate smart policy decisions and give support to prioritize investments, allowing the construction of a timely environment to scale up ECD programs at the local level, with many actions focused on the first 1,000 days of life.

**Section II. How will you test it?** Experimental Plan. In order to create the index and select its indicators, we will consider two criteria: (i) data must be related to the 5 domains of the Nurturing Care framework<sup>7</sup>; and (ii) availability of data at the municipal level through national public databases. The following indicators have been identified: (1) *Health* (prenatal care, postnatal care, infant morbidity and mortality, adolescent mothers, prematurity and low birth weight), (2) *Nutrition* (breastfeeding and complementary feeding practices, household food insecurity), (3) *Opportunities for early learning* (access to early care and education centers), (4) *Responsive parental relationships* (parental support groups, participation in parenting programs), (5) *Safety and protection* (birth registration, access to water and sanitation). Additional municipal-level indicators include: population size, number of annual births, number of under-five and related mortality, children living below the poverty line, and domestic violence. These indicators will be extracted from the following databases: 100 Million Brazilian Cohort (CIDACS); National Health Information System (SISAB, SIA/SIH, SISPRENATAL); National System of Food and Nutritional Surveillance (SISVAN); National surveys (PNAD, POF, Census); and existing databases on municipal food insecurity and ECD (owned by the proponents). The outcomes used to evaluate the adequacy of the ECD-FI will be stunting and wasting data from SISVAN database. For three municipalities that are currently implementing the *Programa Criança Feliz*, we will test the model using direct ECD indicators. All databases will be aggregated in a unique municipal-level database containing non-identified data. Supervised and unsupervised machine learning methods<sup>8,9</sup> will be used to build the analytical model and compute the ECD-FI. Supervised methods will help in classifying municipalities based on different combinations of Nurturing Care indicators. Unsupervised methods will serve to identify patterns within each group of municipalities to identify characteristics that are common amongst municipalities with similar ECD-FI. Machine learning will be used to create a better and more sensitive ECD-FI that would be created using traditional programming techniques as it can provide high accurate results during ECD-FI calculation based on training experience (i.e., training the system by showing it examples of desired input-output behaviors predicting ECD).<sup>8,9</sup>

Generated Data: Each of the 5,570 Brazilian municipalities will have a unique overall ECD-FI and specific index for each of the 5 Nurturing Care domains. These indexes (overall and specific ones) will be categorized as reflecting weak, moderate, or strong enabling Nurturing Care environment(s) for enhanced ECD outcomes. These findings will be disseminated through a user-friendly interactive Web platform that can generate a score card for each municipality, as well as allow comparison among municipalities and regions. This should be analogous to UNICEF's Global Breastfeeding Score Card.<sup>5</sup> Our project is a step forward in big data science, ECD and the first 1,000 days scenarios. It will also contribute by informing the development of maternal-child health policies and programs in Brazil. We will use data science (machine learning) approaches to analyze the integrated ECD Nurturing Care framework: (a) grounded in a solid Nurturing Care framework; (b) composed of several domains that can be also evaluated separately; (c) using machine learning to identify groups and patterns. This study will be developed by Brazilian researchers with expertise in Epidemiology, ECD and machine learning methodologies, as well partners in renowned universities and research institutions in Brazil and abroad.

Next Steps. Building upon the ECD-FI, we will conduct a National Program Impact Pathway (PIP) analysis to identify and document processes involved in and barriers to the implementation of an enabling environment for ECD<sup>10</sup>. This analysis will be conducted nationally in order to define the blueprint of an optimal ECD environment and critical control points considering the Brazilian programs targeting the first 1,000 days and ECD. Then, a representative sample of the municipalities, stratified by ECD-FI categories, will be selected to conduct an investment simulation exercise aiming to improve the cost-effectiveness of large scale ECD-FI interventions. This simulation will also use machine learning methods that will facilitate the identification of different critical control points and/or interventions of the national ECD blueprint aiming to help the municipalities prioritize their efforts in scaling up ECD programs.

Timeline. We will use the first 6 months for evidence-based reviews, hardware and software acquisition and construction of the integrated database. In the months 6 to 12 we perform data analysis using machine learning: overall index and specific indexes by domains, model fitness for ECD-FI and definition of cut-off points for the Score Card. Finally, between the months 12 to 18 we will work on results dissemination, finalization of the Score Card, and the design of a Webpage showing the results by municipality via the Score Card. We will also explore the results in manuscripts and prepare the project final report.

Budget Breakdown. The budget for this project is \$ 99,900. Equipment will include two computers (approximately 4,500 each), totaling US\$9,000. Supplies will include US\$3,000 for software. Personal expenses will be US\$56,000, including, salary for three co-PIs (US\$8,000 each), two consultants experts in Epidemiology and ECD (US\$4,000 each), four technicians (Master and PhD students) (US \$ 6,000 each). Subcontracts (US\$ 16,900) will include web-designer and graphic designer for developing the Score Card. Travel will include expenses to meetings and conferences (US\$ 15,000).

#### References:

- (1) Black MM, Walker SP, Fernald LCH et al. Early childhood development coming of age: science through the life course. *Lancet*. 2017;389(10064):77-90.
- (2) Britto PR, Lye SJ, Proulx K, et al. Nurturing care: promoting early childhood development. *Lancet*. 2017;389(10064):91-102.
- (3) Morris AS, Robinson LR, Hays-Grudo J, et al. Targeting Parenting in Early Childhood: A Public Health Approach to Improve Outcomes for Children Living in Poverty. *Child Dev*. 2017;88(2):388-97.
- (4) Moran AC, Kerber K, Pfitzer A, et al. Benchmarks to measure readiness to integrate and scale up newborn survival interventions. *Health Policy Plan* 2012; 27 (Suppl3).
- (5) World Health Organization/UNICEF. Global Breastfeeding Collective. Tracking Progress for Breastfeeding Policies and Programmes. Global Breastfeeding Score Card, 2017. Available at: <http://www.who.int/nutrition/publications/infantfeeding/global-bf-scorecard-2017.pdf>.
- (6) Pérez-Escamilla R, Hromi-Fiedler AJ, Gubert MB, et al. Becoming Breastfeeding Friendly Index: development and application for scaling up breastfeeding programs globally. *Maternal & Child Nutrition*. 2018. doi: 10.1111/mcn.12596.
- (7) World Health Organization/UNICEF. Nurturing care for early childhood development. A framework for linking Survive and Thrive to transform health and human potential. Expected launch in May 2018. Available at: [http://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/child/draft2-nurturing-care-framework.pdf](http://www.who.int/maternal_child_adolescent/child/draft2-nurturing-care-framework.pdf).
- (8) Jordan MI, Mitchell TM. Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *American Association for the Advancement of Science* 2015; 255-260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>.
- (9) Mooney SJ, Vikas P. Big Data in Public Health: Terminology, Machine Learning, and Privacy. *Annual Review of Public Health* 2018; 39: 95-112.
- (10) Avula R, Menon P, Saha KK, Bhuiyan MI, Chowdhury AS, Siraj S, et al. A program impact pathway analysis identifies critical steps in the implementation and utilization of a behavior change communication intervention promoting infant and child feeding practices in Bangladesh. *J Nutr*. 2013;143(12):2029-37.

# **Índice Município Amigo da Primeira Infância: avaliando o ambiente favorável para o desenvolvimento infantil na primeira infância em municípios brasileiros**

**Seção 1. Qual é a nossa ideia?** Os primeiros 1.000 dias de vida, começando na concepção, é um período de especial sensibilidade para o desenvolvimento infantil.<sup>1,2</sup> Investir no desenvolvimento da primeira infância (DPI) é uma janela de oportunidade crítica para aumentar a saúde, a produtividade e a coesão social ao longo do ciclo de vida com benefícios intergeracionais.<sup>1-3</sup> *Nurturing care (Nutrição de Cuidados)* é definida como a oferta de um ambiente estável sensível às necessidades de saúde e nutrição infantil, protegendo-a de ameaças, gerando oportunidades para aprendizado precoce, e provendo interações que são responsivas, emocionalmente encorajadoras e estimuladoras do desenvolvimento.<sup>2</sup> No Brasil, as diversidades e disparidades socioeconômicas, ambientais e políticas entre 5.570 municípios estão ligadas a iniquidades no desenvolvimento infantil, isto é, crianças mais pobres crescem sob o risco de não expressar o seu pleno potencial de desenvolvimento físico, psicossocial, emocional e cognitivo, perpetuando o ciclo intergeracional da pobreza.<sup>3</sup> Para a criação de um ambiente equitativo e favorável para o DPI intervenções, incluindo políticas baseadas em evidências e programas de DPI devem ser ofertados oportunamente durante o ciclo da vida. Elas devem ser construídas com foco em múltiplos riscos, agregadas às estruturas políticas já disponíveis, para que haja viabilidade de ampliação e fortalecimento.<sup>2,3</sup> O governo brasileiro tem trabalhado na descentralização de políticas e programas sociais para o nível municipal, dentre eles o que trata especificamente de *Nutrição de Cuidados* (Programa Criança Feliz). Desta forma, mapear as singularidades do cenário de cada um dos 5.570 municípios brasileiros em relação aos cuidados por eles oferecido à primeira infância é um elemento-chave para identificação de prioridades e alocação de recursos em prol da primeira infância. **Nossa proposta é desenvolver um Índice Município Amigo da Primeira Infância (IADPI) baseado no conjunto básico de indicadores do modelo de *Nutrição de Cuidados*, baseado em evidências, que avaliará a oferta do ambiente oportuno para promoção do DPI a nível municipal monitorando e identificando oportunidades para ampliação de programas de desenvolvimento da primeira infância localmente.**

*Nossa proposta inédita e criativa.* A criação do IADPI a nível municipal é uma abordagem inédita no Brasil e no mundo. Índices para acompanhamento de indicadores e ambientes favoráveis em áreas ligadas ao DPI, como aleitamento materno e cuidado neonatal, já foram propostas com sucesso no mundo todo.<sup>4-6</sup> Baseados nessas metodologias nós proporemos IADPI, que será desenvolvido tendo como base o modelo de *Nutrição de Cuidados*.<sup>7</sup> Esse modelo é composto por cinco domínios inter-relacionados e altamente sensíveis, incluindo: *saúde, nutrição, oportunidades para aprendizado precoce, relações parentais responsivas, e segurança e proteção*. A inovação da nossa proposta é criar um índice por técnicas de aprendizado de máquina<sup>8,9</sup> para construção de modelos analíticos considerando informações demográficas e fatores de risco em nível municipal, para identificação de um ambiente não favorável para o DPI. O índice gerado será customizado para cada contexto municipal, comparável entre seus pares, em um nível de desagregação de dados inédita no Brasil.

*Hipótese e Sucesso esperados.* O DPI é um tema emergente no Brasil e há necessidade de fortes evidências para guiar investimentos nessa área. Não existem dados nacionais de um indicador objetivo de DPI nem um modelo para avaliar e impulsionar políticas e programas de DPI. Nossa hipótese é que o IADPI permitirá medir a capacidade e o desempenho de cada município brasileiro em relação à oferta de um ambiente favorável ao DPI, identificando seus pontos fortes e fracos nos domínios do DPI. O IADPI irá facilitar decisões políticas e dar suporte na priorização de investimentos, permitindo a construção de um ambiente oportuno para ampliação e fortalecimento dos programas de DPI no nível local, com várias ações focadas nos primeiros 1.000 dias de vida.

## **Seção II. Como iremos testar nossa hipótese?**

*Plano Experimental.* Para criação do índice e seleção dos indicadores, consideramos dois critérios: (i) o dado deve estar relacionado aos cinco domínios do modelo de *Nutrição de Cuidados*<sup>7</sup>; (ii) o dado deve estar disponível no nível municipal a partir de bases nacionais públicas. Os seguintes indicadores já foram identificados: (1) *Saúde* (dados de pré-natal, cuidados pós-natais, morbimortalidade infantil, mães adolescentes, prematuridade e baixo peso ao nascer), (2) *Nutrição* (práticas de amamentação e alimentação complementar, insegurança alimentar domiciliar), (3) *Oportunidades para aprendizado precoce* (acesso a creches), (4) *Relações parentais responsivas* (grupos de suporte à pais, recebimento de visita domiciliar), (5) *Segurança e proteção* (registro civil de nascimento, acesso a água e situação sanitária). Indicadores adicionais a nível municipal incluem: tamanho populacional, número de nascimentos no ano, número de crianças menores de 5 anos, mortalidade entre menores de 5 anos, crianças vivendo abaixo da linha da pobreza, violência doméstica. Os indicadores serão providos pelas seguintes bases de dados: Coorte de 100 Milhões de Brasileiros (CIDACS); Sistema Nacional de Informação de Saúde (SISAB, SIA / SIH, SISPRENATAL); Sistema Nacional de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN); Pesquisas Nacionais (PNAD, POB, Censo); e de bancos de dados complementares sobre insegurança alimentar municipal e DPI (de propriedade dos proponentes). O desfecho que avaliará a adequabilidade do índice com o DPI será detenção do crescimento e baixo peso, oriundos do SISVAN. Para três municípios que estão atualmente implementando o Programa Criança Feliz testaremos o modelo usando um indicador direto de DPI. Todas as bases de dados utilizadas serão integradas em uma única base em nível municipal contendo microdados não identificados. Métodos de aprendizado de máquina supervisionados e não-supervisionados serão utilizados para o desenvolvimento de um modelo analítico para a construção do IADPI<sup>8,9</sup>. Métodos

supervisionados ajudarão na classificação dos municípios baseada nas diferentes combinações dos indicadores de *Nutrição de Cuidados*. Métodos não-supervisionados servirão para identificar padrões entre grupos de municípios para identificar características que são comuns aos municípios com IADPI similares. O aprendizado de máquina será usado para criar um IADPI melhor e mais sensível do que o que seria criado usando técnicas de programação tradicional, uma vez que ele pode prover resultados mais acurados no cálculo do IADPI, baseado em experiência de treinamento (ou seja, o sistema será treinado por exemplos de comportamentos desejáveis de exposição-desfecho predizendo DPI).<sup>8,9</sup>

**Dados gerados:** Todos os 5.570 municípios brasileiros terão um índice geral único de DPI (IADPI) e um índice para cada um dos 5 domínios da *Nutrição de Cuidados*. Ambos os índices serão classificados em baixo, médio e alto nível de ambiente oportuno para desfechos do DPI. Estes dados serão disseminados por uma plataforma online interativa que gerará um cartão de desempenho para cada município bem como comparações entre municípios e regiões, análogo ao Cartão Mundial de Desempenho em Aleitamento Materno do UNICEF.<sup>5</sup> Nosso projeto é um avanço na ciência de *big data*, no DPI e no cenário dos 1.000 dias. Iremos contribuir também para a saúde materno-infantil e para o desenvolvimento de políticas e programas no Brasil. Nós usaremos ciência de dados (aprendizado de máquina) para analisar um linha de cuidado em DPI: (a) baseada no modelo consolidado de *Nutrição de Cuidados*; (b) composta por diversos domínios que também podem ser avaliados isoladamente; (c) usando aprendizado de máquina para identificar grupos e padrões. Nosso projeto será desenvolvido por pesquisadores brasileiros especialistas em epidemiologia, DPI e aprendizado de máquina, além de parceiros em renomadas instituições de ensino e pesquisa do Brasil e exterior.

**Próximos Passos:** Com base no IADPI, conduziremos uma análise do PIP (*Program Impact Pathway*) para identificar e documentar os processos envolvidos e as barreiras à implementação de um ambiente favorável ao DPI.<sup>10</sup> Esta análise será conduzida primeiro a nível nacional para definição de uma linha de cuidado ótima de DPI e pontos críticos de controle, considerando os programas brasileiros voltados para os primeiros 1.000 dias e DPI. Depois uma amostra representativa de municípios estratificada categorias de IADPI será selecionada para um exercício de simulações de investimentos no intuito de melhorar o custo-efetividade das intervenções em larga escala para DPI. Esse exercício de simulação também utilizará técnicas de aprendizado de máquina que facilitarão a identificação de pontos críticos de controle cruciais ou intervenções da linha de cuidado nacional de DPI, com o objetivo de ajudar os municípios a priorizar seus esforços na ampliação e fortalecimento de programas de DPI.

**Cronograma:** Usaremos os primeiros 6 meses para revisões baseadas em evidências, aquisição de hardware e software e construção da base de dados integrada. Nos meses 6 a 12 será realizada a análise de dados utilizando aprendizado de máquina: índice geral e índices municipais por domínios, teste de ajuste do IADPI e definição de pontos de corte para a composição do cartão de desempenho. Por fim, nos meses 12 a 18 trabalharemos na divulgação dos resultados, construção da WebPage que disponibilizará os resultados aos municípios via cartão de desempenho, exploraremos os dados em manuscritos e elaboraremos relatório final do projeto.

**Orçamento:** O orçamento total para o projeto é de US\$ 99,900. Equipamentos incluem dois computadores (US\$4,500 cada) totalizando US\$ 9,000. Suprimentos incluem US\$3,000 em softwares. O custo com Pessoal será de (US\$56,000) e inclui três pesquisadores (US\$8,000 cada), dois consultores especialistas em Epidemiologia e DPI (US\$4,000 cada), quatro técnicos de nível superior (estudantes de mestrado e doutorado) (US\$6,000 cada). Subcontratos (US\$16,900) incluirão Web-design e design gráfico do cartão de desempenho. Viagens incluem gastos com reuniões e congressos (US\$ 15,000).

**Referências:** (1) Black MM, Walker SP, Fernald LCH et al. Early childhood development coming of age: science through the life course. *Lancet*. 2017;389(10064):77-90. (2) Britto PR, Lye SJ, Proulx K, et al. Nurturing care: promoting early childhood development. *Lancet*. 2017;389(10064):91-102. (3) Morris AS, Robinson LR, Hays-Grudo J, et al. Targeting Parenting in Early Childhood: A Public Health Approach to Improve Outcomes for Children Living in Poverty. *Child Dev*. 2017;88(2):388-97. (4) Moran AC, Kerber K, Pfitzer A, et al. Benchmarks to measure readiness to integrate and scale up newborn survival interventions. *Health Policy Plan* 2012; 27 (Suppl3). (5) World Health Organization/UNICEF. Global Breastfeeding Collective. Tracking Progress for Breastfeeding Policies and Programmes. Global Breastfeeding Score Card, 2017. Available at: <http://www.who.int/nutrition/publications/infantfeeding/global-bf-scorecard-2017.pdf>. (6) Pérez-Escamilla R, Hromi-Fiedler AJ, Gubert MB, et al. Becoming Breastfeeding Friendly Index: development and application for scaling up breastfeeding programs globally. *Maternal & Child Nutrition*. 2018. doi: 10.1111/mcn.12596. (7) World Health Organization/UNICEF. Nurturing care for early childhood development. A framework for linking Survive and Thrive to transform health and human potential. Expected launch in May 2018. Available at: [http://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/child/draft2-nurturing-care-framework.pdf](http://www.who.int/maternal_child_adolescent/child/draft2-nurturing-care-framework.pdf). (8) Jordan MI, Mitchell TM. Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *American Association for the Advancement of Science* 2015; 255-260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>. (9) Mooney SJ, Vikas P. Big Data in Public Health: Terminology, Machine Learning, and Privacy. *Annual Review of Public Health* 2018; 39: 95-112. (10) Avula R, Menon P, Saha KK, Bhuiyan MI, Chowdhury AS, Siraj S, et al. A program impact pathway analysis identifies critical steps in the implementation and utilization of a behavior change communication intervention promoting infant and child feeding practices in Bangladesh. *J Nutr*. 2013;143(12):2029-37.