

Previsão de demanda, modelagem e simulação produtiva: implicações para a gestão de uma indústria de construção civil de Vitória da Conquista, na Bahia

Marcus Vinicius Carvalho Fagundes¹

Emanuelle Morbeck Pires²

Jana Oliveira Mota³

Resumo: Este estudo propõe-se a discutir relações entre a demanda por produtos imóveis de construção civil em Vitória da Conquista e os objetivos e práticas de produção empreendidas por uma empresa representativa desse setor econômico. Especificamente, buscou-se: avaliar a demanda agregada por produtos imóveis do setor de construção civil de Vitória da Conquista; modelar e simular o sistema de produção de uma empresa representativa do segmento de construção civil da referida cidade. Para tanto, fez-se uma pesquisa descritiva e de abordagem quantitativa por meio da estratégia do estudo de caso. Para coleta de dados utilizou-se a pesquisa documental e a observação sistemática (com base em cronoanálises de tempos e métodos de produção). Os principais resultados do estudo de projeção de demanda apontam uma queda de 18% na demanda efetiva geral por imóveis em Vitória da Conquista no período entre 2012 e 2027. A modelagem e simulação da empresa-alvo do estudo pela ferramenta computacional *Flexsim Solved Problem* permitiu detectar que o processo produtivo estudado apresenta boas condições de funcionamento e níveis de ocupação, mas que é passível de otimização de tempos e métodos, especialmente no que se refere à eliminação da mão de obra ociosa. A constatação relacional entre a demanda por imóveis em Vitória da Conquista e as políticas e práticas de produção da empresa investigada refere-se ao fato de que haverá grande diminuição da demanda por construções populares nos próximos anos (cerca de 82%), sendo esse tipo de empreendimento o principal produto ofertado por aquela organização. A referida entidade deverá otimizar seus processos operacionais e redirecionar suas estratégias de médio e longo prazos para captar novos nichos de mercado.

Palavras-chave: Análise de regressão. Modelagem computacional. Otimização de processos.

Abstract: This study proposes to discuss relations between the demand for real estate construction products in Vitória da Conquista and the objectives and production practices undertaken by a company representative of this economic sector. Specifically, we sought to: assess the aggregate demand for real estate products of the construction sector of Vitória da Conquista; model and simulate the production system of a company

¹ Bacharel em Administração pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Pós-graduado em Administração de Sistemas de Informação pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre em Administração pela Fundação Cultural Dr. Pedro Leopoldo (FPL/MG). Doutorando em Engenharia Industrial pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Docente Assistente do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas (DCSA) da UESB. E-mails: marcus@uesb.edu.br e marcuspos@yahoo.com.br

² Bacharela em Engenharia de Produção pela Faculdade Independente do Nordeste (FAINOR). E-mail: manu.morbeck@hotmail.com

³ Bacharela em Engenharia de Produção pela FAINOR. E-mail: janamota@live.com

representative of the civil construction segment of that city. To do so, a descriptive and quantitative approach was done through the case study strategy. For data collection, we used documentary research and systematic observation (based on time chronoanalysis and production methods). The main results of the demand projection study show an 18% decrease in the overall effective demand for real estate in Vitória da Conquista between 2012 and 2027. The modeling and simulation of the target company of the study by the computational tool Flexsim Solved Problem allowed detecting that the productive process studied shows good working conditions and occupation levels, but that it is possible to optimize times and methods, especially with regard to the elimination of idle labor. The relational finding between the demand for real estate in Vitória da Conquista and the policies and practices of production of the investigated company refers to the fact that there will be a great decrease in the demand for popular constructions in the next years (about 82%), being this type the main product offered by that organization. The entity should optimize its operational processes and redirect its medium and long-term strategies to capture new market niches.

Keywords: Regression analysis. Computational modeling. Process optimization.

Introdução

A construção é considerada a indústria da qualidade de vida, uma vez que produz bens que representam soluções de urbanismo e edificações indispensáveis ao bem-estar e à evolução da sociedade, bem como planeja e executa soluções de infraestrutura imprescindíveis ao aumento da produtividade da sociedade. A importância singular do Macro Setor da Construção, definido como o setor da construção propriamente dito (edificações, obras viárias e construção pesada), acrescido dos segmentos fornecedores de matérias-primas e equipamentos para a construção e dos setores de serviços e distribuição ligados à construção, pode ser retratada em números.

Segundo a Comissão de Economia e Estatística da Câmara Nacional da Construção Civil, a participação do macro setor no total do Produto Interno Bruto (PIB) da economia girava em torno de 18%, em 1998. Isso equivale dizer que, naquele ano, o chamado *construbusiness* movimentou aproximadamente R\$ 162 bilhões, enquanto o setor da construção isoladamente (que participava, na época, com 10,26% do PIB) adicionou valor à economia no montante de R\$ 83 bilhões. No que se refere ao valor gerado pela indústria, a construção foi responsável por 30,23% do produto industrial, em 1998 (CEE, 1998). Em 2005, o Instituto Brasileiro de Planejamento (IBPLAN) constatou significativa participação do *construbusiness* no panorama econômico nacional, totalizando 14,3% do PIB nacional. Desse percentual, a construção civil (edificações e construções pesadas) representou 6,4% do PIB do país, seguida por materiais de construção e afins que totalizaram 5,4% do produto nacional (DIEESE, 2011).

Dados mais atuais comprovam: a economia brasileira apresentou, em 2010, indicadores positivos ao longo do ano. Em termos setoriais, a agropecuária cresceu 6,5%, a indústria 10,1% e os serviços 5,4% (DIEESE, 2011). Em valores correntes, o PIB alcançou R\$ 3,675 trilhões (cerca de US\$ 2,2 trilhões). Em 2010, a indústria cresceu 10,1%, na comparação com 2009. O maior crescimento foi registrado na indústria extrativa mineral (15,7%), depois na construção civil (11,6%), e na indústria de transformação (9,7%) (DIEESE, 2011). O desempenho do setor de construção civil, em 2010, foi o melhor constatado nos últimos vinte e quatro anos, segundo dados do PIB setorial. Isso ocorreu especialmente pelos sinais mais fortes de expansão do setor nos anos de 2004 e 2005, com o aumento dos investimentos em obras de infraestrutura e em unidades habitacionais, inclusive superando as taxas negativas de crescimento, em 2009, em função da crise econômica

financeira internacional. Destaca-se que a segunda fase do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2), lançado em março de 2010, apontou investimentos na ordem de R\$ 1,59 trilhão em obras, entre 2011 e 2015, e após 2016.

Na Bahia, o setor de construção civil também apresenta significativa participação na composição da economia do Estado, seja pela geração de riquezas provenientes das relações de troca econômica desse sistema produtivo, seja pela promoção de emprego e renda para a população. No município de Vitória da Conquista, localizado na região Sudoeste do Estado da Bahia, a construção civil apresenta significativa importância para a economia local e regional (IBGE, 2016). Esta cidade vivenciou um importante momento de desenvolvimento econômico entre as décadas de 1980 e 2010, proporcionado, principalmente, por sua economia dinâmica e centrada na área do comércio e serviços, com destaque para educação, saúde e construção civil.

Em razão da significativa importância do segmento da construção civil para Vitória da Conquista e o Sudoeste Baiano, objetivou-se, neste estudo, discutir relações entre a demanda por produtos imóveis de construção civil em Vitória da Conquista e os objetivos e práticas de produção empreendidas por uma empresa representativa desse setor econômico. Especificamente, esta investigação buscou: avaliar a demanda agregada por produtos imóveis do setor de construção civil de Vitória da Conquista; e, modelar e simular o sistema de produção de uma empresa representativa do segmento de construção civil da referida cidade.

O Setor de construção civil de Vitória da Conquista, na Bahia

No Estado da Bahia, a construção civil liderou a geração de empregos com carteira assinada em 2009. O saldo de 10.426 vagas de emprego abertas pelo setor de janeiro a julho de 2009 foi ligeiramente acima do saldo de vagas criadas no mesmo período, em 2008, ou seja, 10.294. Assim, a empregabilidade na construção civil representou 31,7% do total das vagas reais de emprego abertas no Estado da Bahia (32.890), em 2009. Além disso, o Estado foi responsável por 60% dos postos formais criados na construção, em 2009, no Nordeste (BAHIA, 2012). Especificamente em Vitória da Conquista, que possui uma população de 346.079 habitantes, o que a torna a terceira maior cidade do Estado da Bahia, a construção civil apresenta significativa importância tanto para a economia local quanto regional (IBGE, 2016). Atualmente, essa cidade vivencia um importante momento de desenvolvimento econômico, proporcionado, principalmente, pela economia centrada na área do comércio e serviços, em que se destacam os setores de educação, saúde e construção civil. Os crescentes investimentos em infraestrutura, além dos programas de financiamentos habitacionais promovidos pelos governos Estadual e Federal, como o “Programa Minha Casa, Minha vida” e o “Feirão da Casa Própria”, têm contribuído para o aumento da oferta de habitações para a população local. Essas ações têm promovido também a dinamização da economia regional pelo encadeamento de relações entre empresas e demais agentes econômicos envolvidos no setor da construção civil. Segundo dados da Feira da Construção Civil de Conquista, somente no ano de 2011, cerca de 4 mil unidades habitacionais estavam sendo construídas na cidade para atender à demanda de um único projeto habitacional público (FECCON BAHIA, 2011).

Conforme Fagundes, Santos e Pires (2014), o segmento da construção civil de Vitória da Conquista representa importância singular para o processo de desenvolvimento local, mediante a oferta de produtos que melhoram a qualidade de vida da população, além da geração de emprego,

renda e outras benesses significativas. Conforme aponta um estudo realizado por esses autores, em 2014, o setor da construção civil de Vitória da Conquista pode ser compreendido pela concentração de dois grupos de empresas: as de menor porte, originárias da própria cidade e circunvizinhanças, essencialmente direcionadas ao feitura de obras privadas e públicas, de escopo e dimensões reduzidas; e as empresas maiores, com nível de faturamento e empregabilidade relevantes, focadas na elaboração de projetos e operacionalização de grandes obras públicas e privadas (condomínios, pontes, estradas, barragens etc.).

Essa dicotomia aparece na análise das estruturas organizacionais das construtoras envolvidas no estudo em questão. Em que pese à expressiva qualidade dos produtos e serviços gerados pelas empresas de menor porte, constata-se que estas se delineiam como possuidoras de estruturas organizativas menos profissionalizadas e sistematizadas, fator típico às micro e pequenas empresas. Em contrapartida, as organizações do setor com maior porte econômico-financeiro praticam uma gestão organizacional mais formalizada, principalmente com referência aos componentes e condicionantes do desenho institucional. Quanto a aspectos de análise de gestão e previsão de demanda, constata-se que, em geral, as diversas empresas atuantes no mercado de construção civil de Vitória da Conquista não utilizam estudos técnicos sobre o comportamento de consumo por bens imóveis na cidade e região, principalmente para geração de informações que subsidiem decisões de investimentos e planejamento (FAGUNDES; SANTOS; PIRES, 2014).

A seguir, discutem-se conceitos sobre gestão e previsão de demanda, técnicas de grande importância para o setor da construção civil. Logo após, analisam-se concepções sobre modelagem e simulação no âmbito da área de produção e operações, termos fundamentais para a otimização de processos de empresas de construção civil.

Gestão e previsão de demanda em produção e operações

A previsão de demanda é a estimativa em que se verificam quais, quantos e quando os produtos serão adquiridos pelos clientes. Dessa forma, o conceito de previsão de demanda pode estar associado à projeção, ou mesmo à extrapolação das tendências do passado para o futuro (MONTGOMERY, 2013). Nessa estimativa de vendas futuras, é possível ocorrerem erros. No entanto, o que mais interessa é saber quanto se erra. Para gestores de operações, em projetos e mercado, é importantíssimo saber não só quanto se espera ter de demanda ou de vendas, mas também qual a margem de erro para essa previsão. Da estimativa do erro, derivarão importantes decisões sobre os “colchões” de segurança que serão dimensionados para a operação. Um bom processo decisório sobre recursos que tenham inércia baseia-se em uma boa “visão” do futuro, obtida com base nos processos de previsão. Diferentes decisões produzem diferentes inércias, ou seja, requerem distintos períodos de tempo para surtirem efeito.

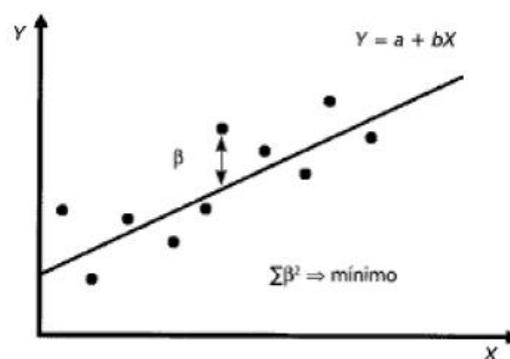
Segundo Corrêa, H. e Corrêa, C. (2013), previsões são, em geral, resultado de um processo que inclui: a. coleta de informações relevantes; b. tratamento dessas informações; c. busca de padrões de comportamento (uso de métodos para tratamento de séries temporais de dados do passado); d. consideração de fatores qualitativos relevantes; e. projeção de padrões de comportamento; e, f. estimativa de erros de previsão. Para examinar as informações disponíveis, é possível usar duas abordagens complementares: as abordagens quantitativas (baseadas em séries históricas projetadas para o futuro segundo algum método) e as abordagens qualitativas (baseadas em fatores subjetivos ou

de julgamento). Um fator determinante para o uso de modelos quantitativos e qualitativos na geração de uma previsão é o horizonte dessa previsão. Em geral, quanto maior o horizonte de previsão, menos válida é a hipótese de que os padrões do passado se repetirão no futuro (uma hipótese que se assume quando se usam modelos mais quantitativos). Isso significa que modelos quantitativos tendem a ser mais adequados a previsões de curto prazo.

Na maior parte das vezes, os modelos qualitativos encaixam-se mais adequadamente em previsões de produtos novos ou lançamentos, para os quais não há séries históricas de dados longas. As principais abordagens qualitativas são: método Delphi (análise de opiniões subjetivas), júri de executivos (opiniões de gestores), força de vendas (percepções de profissionais de vendas), pesquisa de mercado (consulta direta a clientes) e analogia histórica (assimilação da demanda de produtos similares). Já os modelos quantitativos necessitam de longos períodos históricos para que sejam identificados os padrões de comportamento projetados para o futuro. Isso significa que esses modelos são mais úteis para, por exemplo, fazer previsões de demanda de produtos mais maduros, isto é, que estejam há mais tempo no mercado. Os modelos quantitativos mais simples para previsão são aqueles que assumem que a demanda é relativamente estável, flutuando aleatoriamente em torno de um patamar que se deseja estimar – abordagens intrínsecas (médias móveis, suavizamento exponencial, projeção de tendências e decomposição). Já as abordagens quantitativas mais complexas consideram a presença de tendência e ciclicidade na demanda (fatores que ocorrem em mercados como a construção civil, por exemplo), sendo, portanto, indicados outros métodos, como análise de regressão (simples e múltipla).

A análise de regressão é um conjunto de métodos e técnicas, cujo objetivo é interpretar a relação funcional entre variáveis com boa aproximação (FONSECA, 1985). No entendimento de Montgomery (2013), um modelo de regressão linear simples ocorre quando um modelo matemático possui apenas uma variável independente (X), e uma variável dependente ou variável de resposta (Y). De acordo com Toledo (1985, p. 425), “a relação entre X e Y deverá ser escrita como segue: $Y = f(x) + e$ onde a variável e irá captar todas as influências sobre Y não devidas a X ”. Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), a regressão linear é um dos modelos causais mais conhecidos e utilizados. Pode-se dizer em uma linguagem técnica que a linha de regressão gerada por esse método minimiza os desvios quadrados de uma série histórica de dados reais, onde “ $Y = a + bX$ ”. Em outras palavras, tem por objetivo encontrar uma equação linear de previsão, de modo que a soma dos quadrados dos erros de previsão (beta) seja a mínima possível. Na figura 1, observa-se a formação da reta no sistema cartesiano.

Figura 1: Plano cartesiano do método dos mínimos quadrados



Fonte: Tubino (2007).

Gaither e Frazier (2006) ressaltam que, para se encontrar os valores de “a e b” utilizam-se as seguintes fórmulas (1) e (2):

$$a = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (1) \quad b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2)$$

De acordo com as equações (1) e (2), o cálculo dos coeficientes “a e b” tem como finalidade minimizar a soma dos desvios quadrados dos dados reais da linha do gráfico. A variável “n” corresponde ao período considerado para o estudo.

Como citado anteriormente, os métodos de regressão (simples e múltipla) são recomendados para previsão de demanda em que ocorra sazonalidade ou ciclicidade. A sazonalidade, conforme explica Tubino (2007), se caracteriza pela ocorrência de variações repetitivas, tanto ascendentes como descendentes, em intervalos regulares nas séries temporais da demanda, sendo que esse período de ocorrência da sazonalidade pode ser anual, mensal e até semanal.

Gaither e Frazier (2006) propõem passos para desenvolver previsões por meio da análise de regressão linear quando a sazonalidade estiver presente em dados da série temporal: 1. escolha um conjunto de dados históricos representativos; 2. desenvolva um índice de sazonalidade para dessazonalizar cada estação (isto é, mês ou trimestre); 3. use os índices de sazonalidade para dessazonalizar os dados (em outras palavras, remova os padrões sazonais); 4. execute uma análise de regressão linear sobre os dados dessazonalizados – isso resultará numa equação de regressão linear da forma “ $Y=a+bX$ ”; 5. use a equação de regressão para computar as previsões para o futuro; e 6. use os índices de sazonalidade para reaplicar os padrões sazonais às previsões.

Atualmente, problemas práticos de previsão de demanda tratados pelo método de regressão linear simples podem ser facilmente manipulados em *softwares* computacionais, a exemplo do aplicativo Microsoft Excel, versão 2010. Desse modo, quando se ajusta uma reta de tendência global aos dados de uma série histórica de vendas reais, usando o comando “adicionar linha de tendência” e depois dotando a opção “linear” do Excel, é possível encontrar uma reta que minimize a soma das distâncias ao quadrado entre ela e os dados históricos com base no método dos mínimos quadrados, inclusive definindo-se, como resultado, a função linear “ $Y=a+bX$ ” correspondente (CORRÊA, H.; CORRÊA, C., 2013).

Portanto, técnicas matemáticas e softwares computacionais são imprescindíveis para a modelagem e a simulação de variáveis mercadológicas e produtivas, de modo a obter um arcabouço de informações relevantes ao processo de gestão de uma empresa, conforme se examina a seguir.

Modelagem e simulação de processos de produção e operações

Chwif e Medina (2015, p. 3) afirmam que “um modelo é uma abstração da realidade, que se aproxima do verdadeiro comportamento do sistema, mas sempre mais simples do que o sistema real”. Isso ocorre porque a modelagem foca no que realmente é importante para a finalidade do sistema observado. Assim, um modelo busca analisar o tempo e o esforço requerido para alcançá-lo e examiná-lo, o nível de detalhamento e os benefícios esperados de sua aplicação (GARCIA, 2013).

Desse modo, existem três tipos básicos de modelos: a. o simbólico, constituído por gráficos que representam um sistema de forma estática – sua limitação está na falta de elementos quantitativos

e na dificuldade de modelar muitos detalhes desse sistema; b. o matemático, classificado como um conjunto de fórmulas matemáticas, como os modelos de programação linear e múltipla, os modelos analíticos matemáticos etc., que apresentam solução rápida e exata, com a limitação de não apresentar soluções ótimas para sistemas complexos; e, c. de simulação, que captura com mais precisão os sistemas reais, ou seja, procura modelar (normalmente por computador) o comportamento que o sistema teria no mundo real (CHWIF; MEDINA, 2015).

Em complemento, Prado (2009, p. 98) informa que a “simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital”. A simulação computacional é classificada em três categorias: 1. a Simulação de Monte Carlo, uma maneira de transformar um conjunto de números (variáveis aleatórias), com a mesma distribuição da variável considerada; 2. a Simulação Contínua, utilizada para modelar sistemas cujo estado varia continuamente no tempo; e 3. a Simulação de Eventos Discretos, utilizada para modelar sistemas que mudam o seu estado em momentos discretos no tempo, mediante a ocorrência de eventos. Contudo, em alguns casos pode ser necessário construir um modelo de simulação que compreenda simultaneamente aspectos das simulações contínuas e discretas. Nesses casos, a simulação é denominada simulação combinada ou híbrida (CHWIF; MEDINA, 2015).

Vale ressaltar que técnicas e estudos de modelagem e simulação podem ser aplicados nas mais diversas áreas da sociedade, envolvendo organizações agropecuárias, industriais e de serviços/ operações, tais como: aeroportos e portos, bancos, centrais de atendimento, escritórios, hospitais, parques de diversões, restaurantes e cadeias de *fast-food*, supermercados, entre outros; em sistemas manufaturados de movimentação e armazenagem de materiais, linhas de montagem, células automatizadas, sistemas de construção civil, problemas de programação de produção, análise de estoques e *kanban*, entre outros (CHWIF; MEDINA, 2015).

Em geral, recomenda-se que a modelagem e a simulação de um sistema produtivo sejam realizadas de acordo com os objetivos estratégicos, táticos e operacionais da organização-objeto, relacionando o delineamento e a compreensão do sistema real com os anseios de mercado pretendidos (a partir da adequada análise e previsão de demanda). A competitividade de uma organização mostra-se, portanto, não apenas pela gestão empírica de seus processos, mas, sim, pela identificação e resolução dos gargalos produtivos da melhor forma possível e com o menor tempo. Para tanto, a utilização de programas computacionais de modelagem e simulação de sistemas é imprescindível, uma vez que esses aplicativos admitem a imitação de operações e processos do mundo real, permitem a análise do comportamento, construção de teorias e hipóteses considerando as observações efetuadas, de modo a prever comportamentos futuros.

Procedimentos metodológicos

Para a realização deste estudo, procedeu-se à realização de uma pesquisa descritiva, quanto aos fins, e de abordagem quantitativa, quanto aos meios. Segundo Collis e Hussey (2005), a pesquisa descritiva estuda o comportamento de fenômenos, identifica e obtém informações sobre as características do problema estudado. Já a abordagem quantitativa, “caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto no processo de coleta dos dados quanto na utilização de técnicas estatísticas para o tratamento dos mesmos, tendo como principal qualidade a precisão dos resultados” (OTANI, 2011, p. 37).

Assim, como estratégia de pesquisa, utilizou-se a abordagem do estudo de caso de uma empresa representativa do setor de construção civil de Vitória da Conquista, na Bahia, em razão de suas características estratégicas, organizacionais e operacionais. Neste estudo, esta organização será referenciada como empresa “Delta”, por questões de tratamento e sigilo das informações coletadas.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram:

- pesquisa documental – para o estudo e previsão geral de demanda do mercado de construção civil de Vitória da Conquista, foram utilizados dados da Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana;

observação sistemática – utilizada para compreender o funcionamento real do sistema produtivo da empresa em questão, com vistas à modelagem e simulação dos seus tempos e métodos de trabalho, de modo a indicar possíveis melhorias das atividades de produção. Para tanto, foram aplicadas técnicas de cronometragem que se realizaram pela observação *in loco* de um dos setores de produção da empresa, mediante a utilização do equipamento cronômetro digital industrial, linha CT-40 do fabricante S&E Instrumentos, destinado a processos que requerem simples cronometragem do tempo. Os dados dos procedimentos de cronometragem alimentaram a análise computacional posterior.

- Dessa forma, a análise dos resultados desmembrou-se em duas etapas: a primeira, com o estudo geral da previsão de demanda por imóveis em Vitória da Conquista (conforme GAITHER; FRAZIER, 2006; TUBINO, 2007; KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009); a segunda, pela modelagem e simulação do sistema produtivo de uma empresa representativa do setor de construção civil (com base na observação de métodos e na cronometragem de tempos). Nessa etapa, desenvolvida de novembro de 2015 a junho de 2016, aplicou-se a ferramenta computacional *Flexsim Solved Problem*, versão 7.5. Este *software* permite a modelagem e simulação computacional de processos de manufatura de um sistema real, dimensionando postos de trabalho, processamento de equipamentos, manuseio de mercadorias e produtos, *work-in-process*, dimensionamento do espaço de armazenagem etc., avaliando-se o impacto sobre a eficácia e eficiência da produção.

Análise dos resultados

A primeira etapa de análise dos resultados desta pesquisa baseou-se no estudo geral da previsão de demanda por imóveis em Vitória da Conquista. Em seguida, fez-se a modelagem e simulação do sistema produtivo de uma empresa representativa do setor de construção civil, de modo a subsidiar a discussão de relações diretas e indiretas entre o comportamento do mercado conquistense de construção civil e os objetivos e práticas de produção da referida organização.

Estudo e previsão de demanda da construção civil de Vitória da Conquista, na Bahia

Nesta etapa da análise, procedeu-se ao estudo da demanda por bens imóveis em Vitória da Conquista. Para tanto, realizou-se pesquisa documental dos alvarás de licenciamento para construção civil, emitidos pela Prefeitura Municipal nas três últimas décadas (de 1996 a 2011). Os alvarás de licenciamento de obras são obrigatórios e regulamentados pela Lei Municipal de nº 1.481/2007, que especifica a codificação de obras públicas no âmbito de Vitória da Conquista, por meio da Secretaria Municipal de Infraestrutura. A Tabela 1 apresenta esses dados.

Tabela 1: Alvarás de construções civis de Vitória da Conquista no período de 1996 a 2011.

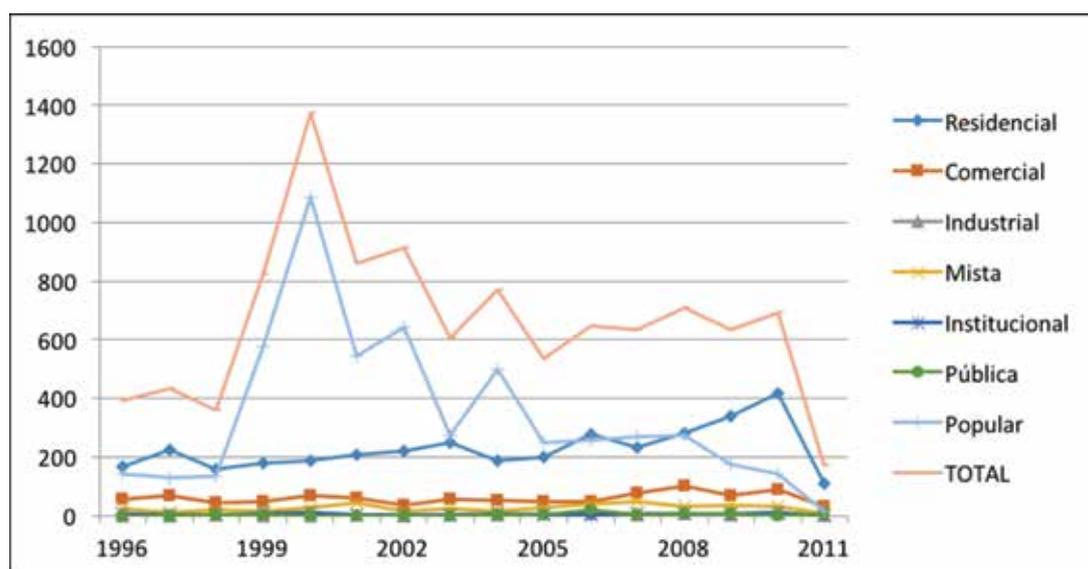
Ano/Tipo de Alvará	Residencial	Comercial	Industrial	Mista*	Institucional	Pública	Popular	TOTAL
1996	165	57	0	21	7	0	141	391
1997	224	67	0	11	4	0	129	435
1998	160	43	1	18	4	1	132	359
1999	179	48	0	14	5	1	575	822
2000	186	66	0	27	9	0	1085	1.373
2001	208	61	1	42	4	0	542	858
2002	220	34	0	14	1	0	643	912
2003	249	57	1	21	3	0	275	606
2004	189	53	3	15	6	3	499	768
2005	201	47	5	26	4	2	249	534
2006	278	48	7	38	3	17	255	646
2007	234	76	3	48	5	2	268	636
2008	281	100	5	33	8	7	274	708
2009	340	68	4	34	8	6	176	636
2010	418	87	6	33	9	0	140	693
2011	109	33	1	8	0	5	15	171
TOTAL	3.641	945	37	403	80	44	5.398	10.548

* Mista – que mescla mais de um tipo de construção no mesmo espaço físico.

Fonte: PMVC (2014).

Com base na Tabela 1, é possível notar que, de 1996 a 2011, foram expedidos 10.548 alvarás relativos a construções diversas em Vitória da Conquista. Desse total, as categorias mais expressivas de construção foram “construção popular”, seguida por “construção residencial” e depois “construção comercial”. Nos dados históricos da Tabela 1, em um gráfico de “linha de tempo”, constata-se a ocorrência do fenômeno de sazonalidade pelas variações repetitivas destes, tanto ascendentes como descendentes (TUBINO, 2007), conforme Gráfico 1, a seguir.

A constatação da presença de sazonalidade na demanda por alvarás de construção civil em Vitória da Conquista no período analisado corroborou positivamente para aplicação do método de regressão para projeção de consumo, considerado uma ferramenta muito indicada para estudos de previsão em mercados consumidores relativamente instáveis (CORRÊA, H.; CORRÊA, C., 2013). Desse modo, aplicou-se o modelo matemático de regressão linear simples com tendência sazonal – pois esse modelo demonstrou maior significância aos dados (GAITHER; FRAZIER, 2006; TUBINO, 2007; KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009), estabelecendo-se relações do tipo “tempo (anos) *versus* demanda” de imóveis em Vitória da Conquista, a partir da série histórica de dados reais do período de 1996 a 2011.

Gráfico 1: Sazonalidade das construções civis de Vitória da Conquista no período de 1996 a 2011.

Fonte: elaborado pelos autores, adaptado da PMVC (2014).

As previsões realizadas pelo método de regressão linear foram determinadas com base no aplicativo Microsoft Excel, versão 2010, em conformidade com o proposto por Gaither e Frazier (2006). Para tanto, gerou-se uma reta de ajustamento global de tendência dos dados da série histórica dos alvarás emitidos pela Prefeitura de Vitória da Conquista – usando o comando “adicionar linha de tendência” e depois adotando a opção “linear” do Excel, sendo possível encontrar uma reta que minimizasse a soma das distâncias ao quadrado entre ela e os dados históricos conforme o método dos mínimos quadrados, definindo-se, como resultado, as seguintes funções lineares do tipo “ $Y=bX+a$ ” (em que a demanda é a variável dependente “ Y ” e o tempo a variável independente “ X ” – ver Tabela 2):

Tabela 2: Funções lineares geradas pela aplicação do método de regressão linear

Tipo de Alvará/Imóvel	Residencial
Residencial	$Y=7,572x+163,2$
Comercial	$Y=1,004x+50,52$
Industrial	$Y=0,351x-0,675$
Mista	$Y=0,875x+17,75$
Institucional	$Y=0,014x+4,875$
Pública	$Y=0,429x-0,9$
Popular	$Y=-17,77x+488,4$
Total (anos)	$Y=-7,523+723,2$

Fonte: elaborado pelos autores com base no Microsoft Excel v. 2010 (2016).

Seguindo a metodologia de Gaither e Frazier (2006), foram utilizadas as equações de regressão da Tabela 2 para computar as previsões para o futuro da demanda por imóveis (alvarás) na mesma quantidade de períodos da série histórica, ou seja, para 16 anos futuros – de 2012 a 2027. Em seguida, foram usados os índices de sazonalidade para replicar os padrões sazonais às previsões realizadas. Como resultado, seguem os dados da Tabela 3.

Tabela 3: Previsão de demanda por imóveis em Vit. da Conquista pelo método de regressão linear (2012 a 2027).

Ano/Tipo de Alvará	Residencial	Comercial	Industrial	Mista	Institucional	Pública	Popular	TOTAL
2012	282	75	0	37	7	0	56	325
2013	376	87	0	19	4	0	48	361
2014	264	56	16	30	4	19	46	297
2015	291	62	0	23	5	9	183	679
2016	298	85	0	44	9	0	313	1.132
2017	329	78	5	68	4	0	138	706
2018	343	43	0	22	1	0	141	748
2019	384	73	4	33	3	0	49	496
2020	288	67	10	23	6	10	67	627
2021	303	59	15	40	4	6	21	435
2022	415	61	19	57	3	48	7	525
2023	346	96	8	72	5	5	-9	515
2024	411	125	12	49	8	17	-29	572
2025	493	85	9	50	8	14	-33	512
2026	601	108	13	48	9	0	-39	556
2027	155	41	2	12	0	11	-6	137
TOTAL	5.579	1.202	113	626	84	139	954	8.623

Fonte: elaborado pelos autores com base no Microsoft Excel v. 2010 (2016).

Obviamente, pelo método de regressão, foram feitas projeções a partir do ano exatamente posterior ao do término da série histórica real dos dados, ou seja, a partir de 2012. Como ainda não havia dados consolidados na Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista sobre a quantidade de alvarás de construção civil emitidos no período de 2012 a 2016, não foi possível comparar a projeção realizada com o comportamento real da demanda nesses anos, informação que não faz parte dos anseios desta pesquisa. Os principais resultados da projeção de demanda realizada apontam uma queda de 18% na demanda efetiva geral por imóveis na cidade de Vitória da Conquista, no período de 2012 a 2027. Essa queda ocorrerá, principalmente, em razão da diminuição gritante na produção de construções populares – casas, condomínios e conjuntos habitacionais voltados para classes sociais de baixa renda. Certamente, o fator que explica esse fenômeno pode ser a alteração nas políticas públicas nacionais de habitação em razão de sucessões de governos e/ou mudanças nas políticas fiscais e econômicas do país. Ademais, todas as outras categorias de bens imóveis sofrerão aumento de demanda nos moldes apresentados, a saber: residencial, aumento de 53%; comercial, aumento de 27%; industrial, aumento de 206%; mista, aumento de 55%; institucional, aumento de 4%; e pública, aumento de 216%. A Tabela 4 detalha essas informações.

Tabela 4: Variação na demanda prevista por imóveis em Vit. da Conquista – períodos 1996/2011 e 2012/2027.

Tipo de Alvará/Imóvel	Residencial	Comercial	Industrial	Mista	Institucional	Pública	Popular	TOTAL
Variação (Δ) Períodos 1996/2011 e 2012/2027	53%	27%	206%	55%	4%	216%	-82%	-18%

Fonte: elaborado pelos autores.

Após o estudo de previsão de demanda do setor de construção civil de Vitória da Conquista, segue a etapa de modelagem e simulação do sistema produtivo de uma empresa representativa desse segmento, referenciada, aqui, como empresa “Delta”. A intenção dessa fase do estudo foi promover a discussão de possíveis relações entre o comportamento do mercado conquistense de construção civil e os objetivos e práticas de produção empreendidas pela empresa enfocada no estudo de caso, de modo a fortalecer a gestão do segmento abordado.

Modelagem e simulação do sistema produtivo da empresa “Delta”

A empresa “Delta Engenharia e Empreendimentos Ltda.” foi fundada em agosto de 1997, na cidade de Vitória da Conquista, na Bahia. Inicialmente, dedicou-se à prestação de serviços na área de consultoria em engenharia civil, especialmente avaliação de bens imóveis. Em 2006, passou a atuar também no setor da construção civil. Nos últimos dez anos, construiu e entregou cerca de trinta empreendimentos populares, a maior parte demandada por projetos públicos financiados pela Caixa Econômica Federal, com aproximadamente 7.200 famílias beneficiadas. Atualmente, a Delta Engenharia executa cerca de 1.500 unidades do “Programa Minha Casa Minha Vida” nos municípios baianos de Vitória da Conquista, Jequié, Brumado, Ituberá e Itapetinga.

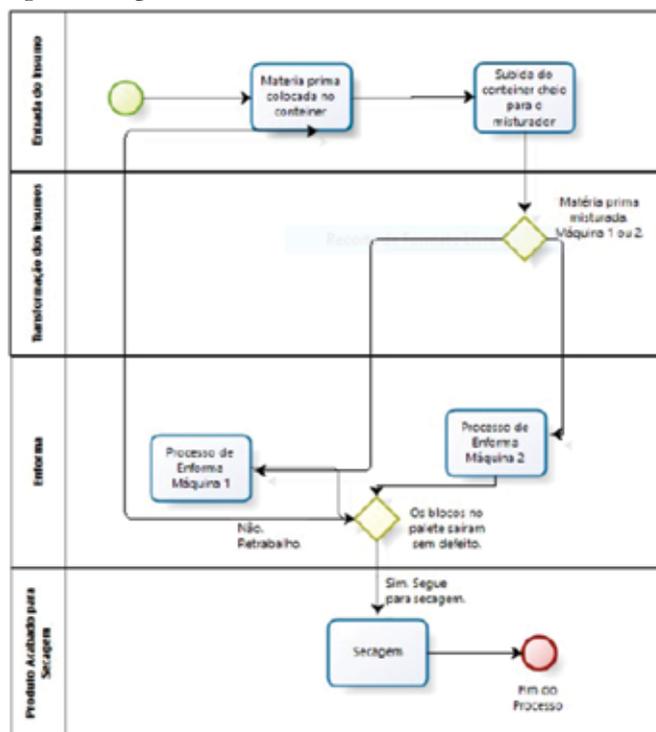
A empresa “Delta” realiza todas as etapas de concepção e produção de suas obras de construção civil, passando pelo projeto/planta do empreendimento, compra e produção de insumos, contratação de mão de obra, execução, acompanhamento e entrega dos produtos imóveis. Desse modo, seu processo produtivo é extenso e complexo. Para fins das análises requeridas na presente pesquisa, optou-se pela modelagem e simulação da fábrica própria de blocos estruturais da empresa Delta, em razão da grande importância desse insumo para o processo produtivo geral dos empreendimentos construídos (especialmente a produção de casas/conjuntos habitacionais populares). Assim, a modelagem e, conseqüentemente, a simulação do processo produtivo da fábrica própria de blocos estruturais da empresa Delta foram feitas com base na coleta de dados em visitas ao local de produção. Nessas visitas *in loco*, foram observados aspectos como *layout* do maquinário de produção, disposição de estoques, tempo de processo por partes/etapas, fluxo de matéria-prima, processamento e movimentação dos produtos acabados.

O processo de fabricação dos blocos estruturais em análise se desenvolve mediante as seguintes operações: i. três lotes de matéria-prima – areia, brita e pó de pedra – ficam dispostos à frente de um contêiner (de cerca de 350 litros), que os transporta para abastecer um misturador; ao lado do misturador, está um palete com sacos de cimento (de 50Kg cada); ii. três colaboradores ficam responsáveis pelo abastecimento do misturador, cada um com um lote de matéria-prima – areia, brita e pó de pedra; iii. no momento em que o contêiner está vazio, dois colaboradores o enchem com dois carrinhos de areia e dois carrinhos de pó de pedra (cerca de 60 litros cada). O terceiro colaborador acrescenta mais um carrinho com brita (60 litros), e também um saco de cimento (50Kg). Algumas vezes inserem-se blocos “refugados” nessa parte do processo, caracterizando o retrabalho; iv. após a junção dos ingredientes, o contêiner se movimenta com todos os insumos, que são despejados no misturador. Esse misturador é operado por dois colaboradores, responsáveis pela adição de água ao processo e, conseqüentemente, destinação da massa pronta às máquinas de enforma de blocos; v. abaixo do misturador se posicionam duas máquinas específicas para dar forma aos blocos estruturais com a massa misturada recebida (numa proporção de 60/40 de enforma do

insumo recebido – máquinas 1 e 2). Cada máquina é operada por um colaborador, que posiciona uma bandeja em que os blocos são enformados; vi. em cada bandeja são enformados cinco blocos frescos, que são despachados aleatoriamente entre seis colaboradores com carrinhos, que os coletam nas máquinas e os levam para o pátio da fábrica para secagem, sucessivamente; vii. cada carga de blocos frescos leva cerca de 72h para secar, para depois serem paletizados, transportados e aplicados nas obras/construções.

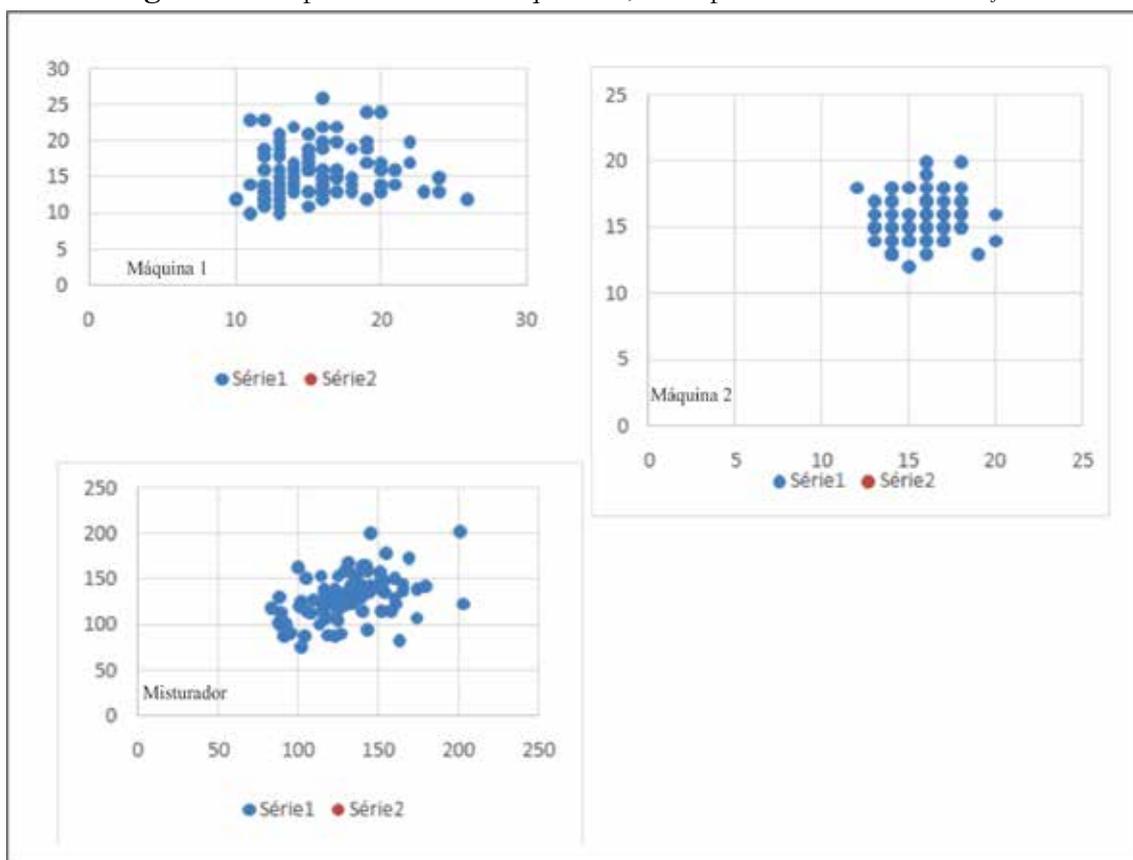
Adiante, tem-se a modelagem simbólica do fluxo de produção dos blocos estruturais supracitados (Figura 2). Com base na modelagem conceitual do sistema de produção apresentado na Figura 2, foram recolhidas “100 amostras de tempos em segundos” (cronometragens) das etapas de fabricação: 1. entrada de insumos, 2. transformação dos insumos; 3. enforma/moldagem; e 4. secagem e expedição. Dessas amostras, foram retiradas os *outliers* (valores atípicos que apresentam um grande afastamento dos demais valores da série tratada), e os dados plotados em gráficos a partir da independência das coletas, para se confirmar a aleatoriedade das informações, fator imprescindível para a modelagem.

Figura 2: Modelagem dos processos de fabricação dos blocos estruturais da empresa Delta.



Fonte: pesquisa de campo (2016).

Após esses procedimentos, foi usada a ferramenta *Expert Fit* do *software Flexsim Solved Problem*, versão 7.5, para definir as funções estatísticas que melhor se adequariam a cada etapa do processo produtivo em análise. Posteriormente, simplificou-se o modelo conceitual de produção da Figura 2 a um modelo viável de simulação no *software Flexsim*. Desse modo, foram identificados os limites superiores e inferiores, assim como os tempos coletados para os processos dos seguintes equipamentos centrais: máquina 1, máquina 2 e misturador. Em seguida, foi aplicada a técnica de correlação (que indica a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias), para certificar se os valores são independentes ou aleatórios, conforme Figura 3.

Figura 3: Independência das máquinas 1, 2 e 3 pela técnica de correlação.

Fonte: elaborado pelos autores no *software* Flexsim Solved Problem (2016).

Na Figura 3, acima, apresentam-se os valores referentes às cronometragens realizadas das máquinas 1 e 2 e do misturador. A cronometragem do misturador foi composta pelo tempo de enchimento do contêiner com os insumos, somado ao tempo de movimentação deste (subida/descida vertical, de acordo com o layout de produção da empresa). Como dito anteriormente, a correlação indica a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias, sendo o modelo caracterizado como dinâmico, uma vez que as variáveis de estado que os representam modificam-se na medida em que o tempo evolui de modo não determinístico, mas, sim, aleatório.

Após a independência dos dados, foi feita a correlação dos valores, de acordo com a Tabela 5, a seguir. Nela, apresentam-se os dados obtidos mediante a ferramenta *Expert Fit* do *software* Flexsim, em que o número de observações corresponde à quantidade de cronometragens válidas (em segundos), após a retirada dos *outliers*. Os valores mínimo e máximo correspondem aos limites a “menor e a maior” de tempo despendidos em cada ciclo de processo do equipamento cronometrado; a média corresponde à soma de todos os valores coletados (após a retirada dos *outliers*) pela razão do número total de observações; já a mediana, refere-se ao valor numérico que separa a metade superior, de forma ordenada, a partir da metade inferior da amostra dos dados; obtém-se a variância pelo quadrado do desvio-padrão, tomada de origem pela média; o coeficiente de variação estima a precisão de experimentos e representa o desvio-padrão como porcentagem da média; por fim, a curtose é a distribuição das frequências, caracterizando seu achatamento em relação à curva de distribuição de Gauss (medida de dispersão que caracteriza o “pico” ou “achatamento” da curva da função de distribuição de probabilidade).

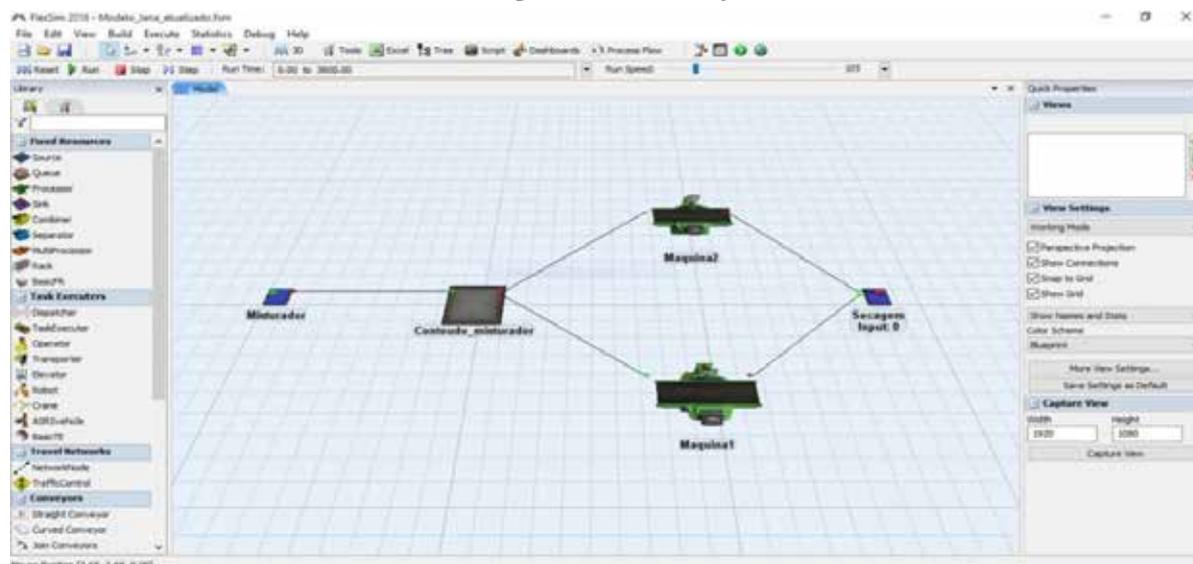
Tabela 5: Correlação de valores dos tempos obtidos nos processamentos dos equipamentos.

Características dos dados	Valores (em segundos)		
	Máquina 1	Máquina 2	Misturador
Número de observações	97	89	90
Valor Mínimo	10	12	76
Valor Máximo	26	20	203
Média	15.79381	15.68539	129.44444
Mediana	15.00000	16.00000	128.00000
Variância	12.62371	2.62717	652.38452
Coefficiente de variação	0.22496	0.10334	0.19732
Curtose	0.80637	0.29749	0.36606

Fonte: elaborado pelos autores no software Flexsim Solved Problem (2016).

De todas essas medidas estatísticas, é possível observar que há certo equilíbrio na produção das máquinas 1 e 2, pois estas apresentaram medidas aproximadas de valores de tempo (mínimo, máximo, média e mediana), embora a máquina 1 tenha apresentado maior variância que a máquina 2, o que resulta em maior variabilidade de processo e menor confiabilidade da primeira em relação à segunda. Quanto ao misturador, observou-se um nível de variância grande em seus ciclos de processamento, algo que será discutido adiante, quando da apresentação da simulação global do sistema avaliado.

Por último, foi possível observar visualmente a modelagem e a simulação geral do processo produtivo de fabricação de blocos estruturais da empresa Delta geradas pelo *software* Flexsim, conforme Figura 4.

Figura 4: Modelagem e simulação do processo de fabricação de blocos da empresa Delta no *software* Flexsim.

Fonte: elaborado pelos autores no software Flexsim Solved Problem (2016).

O modelo global apresentado na Figura 4 foi elaborado seguindo os preceitos de que uma simulação expressa os elementos que interagem e modificam o meio, desde seu processo de entrada,

transformação e saída. Assim exposto, o processo simulado inicia-se a partir do *Source*, sendo aqui descrito pela etapa do misturador. Nesse ínterim, cabe ratificar que os tempos do processo de enchimento do contêiner que carrega os insumos reunidos até o misturador foram acrescidos aos tempos de processo do próprio misturador. Como o abastecimento do contêiner é realizado manualmente por operadores, constatou-se grande variabilidade nos tempos dessa operação, fato que justifica a variância elevada dos ciclos de processamento do misturador (conforme Tabela 5, variância de 652.38452).

Desse modo, definiu-se uma média de lote com o tamanho 20 com base nas saídas do processo, e a opção *Inter Arrival-Time*, que determina o intervalo de tempo de chegada no processo, com a opção *Batching Processing*, que é a função que definirá posteriormente o envio da massa do misturador para cada máquina. O misturador é seguido de uma fila (*Queue*) que representa o conteúdo de massa contida no misturador, que é enviado para as máquinas 1 e 2 numa proporção 60% por 40%, respectivamente. Das máquinas, a simulação segue para a etapa de secagem, que se caracteriza pelo *Sink* (fim do processo). Ao iniciar a simulação por um tempo de 3600 segundos (1h), verificou-se que o processamento da máquina 1 foi de 91%, e o da máquina 2 de 96,2%. Logo, as máquinas apresentam um processo rápido e sincronizado, tendo em vista que as taxas de utilização superam 90% de efetividade e apresentam valores aproximados.

Como melhorias propostas, baseadas na simulação realizada, sugere-se que seja estudado se a proporção 60% por 40% para as máquinas 1 e 2, respectivamente, são as ideais para o processo, podendo estas serem otimizadas, e, assim, observadas as variações que ocorreriam em suas taxas de utilização. Pela simulação poderia ainda ser investigada uma nova modelagem do layout e disposição das máquinas, fazendo melhor aproveitamento de espaço e diminuição de tempos do processo. Outro ponto constatado é o tempo ocioso despendido pelos operários carregadores de matéria-prima ao ficarem esperando o contêiner se movimentar até o misturador e retornar vazio para nova recarga. Esse tempo poderia ser eliminado por incrementos técnicos no ciclo de produção e/ou eliminado pela condução de operadores à execução de outras atividades que agreguem valor às operações da organização, além da possibilidade de se reduzir mão de obra ociosa pela eliminação de postos de trabalho ineficazes. Portanto, tais ações são fundamentais para a empresa ampliar suas condições de sobrevivência e desenvolvimento a médio e longo prazos, principalmente em razão das perspectivas de decréscimo de seu mercado-alvo, conforme apontou o estudo de previsão de demanda.

Conclusões

Este estudo teve como propósito discutir possíveis relações entre a demanda por produtos imóveis de construção civil em Vitória da Conquista e os objetivos e práticas de produção empreendidas por uma empresa representativa desse setor econômico. Especificamente, buscou: a. avaliar a demanda agregada por produtos imóveis do setor de construção civil de Vitória da Conquista; e b. modelar e simular o sistema de produção de uma empresa representativa do segmento de construção civil da referida cidade.

Os resultados da projeção de demanda realizada apontam uma queda de 18% na demanda efetiva geral por imóveis na cidade de Vitória da Conquista no período analisado, 2012 a 2027. Essa queda ocorrerá, principalmente, por causa da diminuição na produção de empreendimentos populares. Um fator que, possivelmente, explica esse fenômeno pode ser a alteração nas políticas públicas nacionais de habitação em razão de sucessões de governos e/ou mudanças nas políticas

fiscais e econômicas do país. Todas as outras categorias de bens imóveis sofrerão aumento de demanda nos moldes apresentados, a saber: residencial, aumento de 53%; comercial, aumento de 27%; industrial, aumento de 206%; mista, aumento de 55%; institucional, aumento de 4%; e pública, aumento de 216%.

A modelagem e simulação da empresa-alvo do estudo pela ferramenta computacional *Flexsim Solved Problem* permitiu detectar que o processo produtivo analisado apresenta boas condições de funcionamento e bons níveis de ocupação, mas que é passível de otimização de tempos e métodos, especialmente no que se refere à diminuição/eliminação da mão de obra ociosa.

Assim sendo, a principal constatação relacional entre a demanda por imóveis em Vitória da Conquista e as políticas e práticas de produção da empresa-objeto refere-se ao fato de que haverá grande diminuição da demanda por construções populares nos próximos anos – cerca de 82%. A construção de empreendimentos populares é o principal tipo de produto/serviço ofertado pela empresa investigada que, portanto, deverá otimizar seus processos de produção (mediante investimentos em aprofundadas análises de modelagem e simulação, avaliação de mudanças de layout e diminuição de tempos do processo, redução de mão de obra ociosa pela eliminação de postos de trabalho ineficazes, etc.) para melhoria das suas margens operacionais (produtivas e financeiras) e, concomitantemente, redirecionar suas estratégias de médio e longo prazos, de modo a captar novos nichos de mercados. Esses nichos podem ser referenciados pelos vetores de crescimento de demanda de imóveis detectados no estudo de previsão, com destaque para obras de construção mistas e públicas. Em suma, estudos de previsão de demanda somados a análises de modelagem, simulação e otimização de processos são elementares para o direcionamento de mudanças operacionais e estratégicas de um sistema produtivo, pois todos os esforços organizacionais devem estar alinhados com os anseios e necessidades reais do mercado, de modo a se maximizar a competitividade futura da organização.

Referências

BAHIA (Estado). Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI). *Sistema de dados estatísticos, indicadores socioeconômicos dos municípios do Estado da Bahia, 2012*. Salvador, 2012. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br/>>. Acesso em: 18 jan. 2012.

CHWIF, L.; MEDINA, A. *Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria e aplicações*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. *Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

COMISSÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (CEE). *A indústria da construção brasileira no início do século XXI*. Belo Horizonte: CBIC, 1998.

CORRÊA, H.; CORRÊA, C. *Administração de produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (DIEESE). *Estudo Setorial da Construção 2011*. São Paulo, n. 56, abril de 2011.

FAGUNDES, M. V. C.; SANTOS, F. S.; PIRES, E. M. Análise organizacional e estratégica do setor de construção civil de Vitória da Conquista - Bahia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ENEGEP/ABEPRO, 2014.

FECCON BAHIA. *Vitória da Conquista vive 'boom' da construção civil*. Disponível em: <<http://www.fecconbahia.com.br>>. Acesso em: 27 dez. 2011.

FLEXSIM CORPORATION. *Flexsim, versão 7.5*: Flexsim Corporation, 2016. Disponível em: <<http://www.flexsim.com.br/pt>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

FONSECA, F. S. *Estatística aplicada*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. *Administração da produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

GARCIA, C. *Modelagem e simulação de processos industriais e de sistemas*. 2. ed. rev. e ampl., 2. reimpressão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Cidades do Brasil, 2016*. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=293330>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

_____. *Sistema de Contas Nacionais, 2013*. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. *Administração da produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MICROSOFT. *Excel, versão 2010*: Microsoft Corporation, 2010. Pacote Office (conjunto de programas).

MONTGOMERY, D. C. *Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros*. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

OTANI, N. *TCC: métodos e técnicas*. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2011.

PRADO, Darci Santos do. *Teoria das filas e da simulação*. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA DA CONQUISTA. *Lei Municipal de nº. 1.481/2007*. Disponível em: <<http://www.pmvc.com.br>> Acesso em: 04 jan. 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA DA CONQUISTA (PMVC). Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana. *Alvarás para construção civil de 1996 a 2011 emitidos segundo Lei Municipal de nº 1.481/2007*. Vitória da Conquista: 2014.

TOLEDO, G. L. *Estatística básica*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

TUBINO, D. F. *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2007.

*Recebido em setembro de 2016.
Aprovado em dezembro de 2016.*