

ANÁLISE DO FLUXO DE EXAMES EM UM HOSPITAL POR SÉRIES TEMPORAIS

Daniel Marques dos Santos ¹

RESUMO:

Neste estudo demonstramos as características da produção de exames realizados durante os anos de 2012, 2013, 2014, 2015, janeiro e fevereiro de 2016 no SADT (Serviço de Apoio a Diagnose e Terapia) de um grande hospital de São Paulo. Mudanças na gestão e produção de exames radiológicos motivaram-nos a investigar o fluxo de exames. O objetivo foi detalhar a produção dos seguintes exames; Raios X, Tomografia e Ultrassom, Patologia Clínica, Anatomia Patológica, Endoscopia, Ecocardiograma e Banco de Sangue identificando os eventos temporais e as propriedades da série. Para estas avaliações utilizamos o Teste de Mann-Whitney com o intuito de comparar os momentos de observação, para cada uma das oito variáveis estudadas, em seguida avaliamos por meio de Séries Temporais o comportamento da produção. Os resultados mostraram que as mudanças implantadas no hospital, não surtiram os efeitos desejados na produção dos exames de Raios X, Tomografia e Ultrassom a análise estatística demonstrou queda ou estagnação. Nas outras modalidades de exames; Patologia Clínica, Anatomia Patológica, Endoscopia, Eco, Banco de Sangue a produção foi mais bem avaliada inclusive com tendência efetiva de crescimento.

PALAVRAS CHAVE: Fluxo de Exames; Séries Temporais; Administração SADT; Exames Radiológicos; Radiologia.

ABSTRACT:

In this study we demonstrate the exams production traits carried out during the years 2012, 2013, 2014, 2015, January and February 2016 in SADT (Support Service for Diagnosis and Therapy) of a large hospital in São Paulo. Changes in management and production of radiological examinations led us to investigate the test flow. The objective was to detail the production of the following tests; X-ray, CT and Ultrasound, Clinical Pathology, Pathology, Endoscopy, Echocardiogram and Blood Bank identifying the temporal events and properties of the series. For these evaluations Mann-Whitney test in order to compare time points, for each of the eight variables studied then evaluated through the time series composition of production. The results showed that the changes implemented in the hospital, not produced the desired results in the production of tests X-ray, CT and Ultrasound statistical analysis showed a drop or stagnation. In other types of tests; Clinical Pathology, Pathology, Endoscopy, Eco, Blood Bank production was better evaluated including effective growth.

KEYWORDS: Tests Flow; Time Series; SADT Administration; Examining Radiological; Radiology.

RESUMEN:

En este estudio hemos demostrado las características de producción de los exámenes llevados a cabo durante los años 2012, 2013, 2014, 2015, enero y febrero de 2016 en la TDAA (Servicio de Apoyo de Diagnóstico y Terapia) de un gran hospital en Sao Paulo. Los cambios en la gestión y producción de exámenes radiológicos nos condujeron para investigar el flujo de ensayo. El objetivo consistía en detalle la producción de las siguientes pruebas; Rayos X, TAC y ultrasonido,

¹ Professor EEP/USP, Tecnólogo em Radiologia atuante nas áreas de gestão e operacional. E-mail: danrad@ig.com.br

Patología Clínica, Anatomía Patológica, Endosco-fregadero, ecocardiograma y Banco de Sangre de la identificación de los eventos temporales y las propiedades de la serie. Para estas evaluaciones de prueba de Mann-Whitney en el fin de comparar los puntos de tiempo, para cada uno de los ocho VA-bles estudiadas entonces evaluado a través de la ción compuesta de series de tiempo de producción. Los resultados mostraron que los cambios implementados en el hospital, no producen los resultados deseados en la producción de las pruebas de rayos X, TAC y ultrasonido análisis estadístico mostró una caída o estancamiento. En otros tipos de pruebas; Patología Clínica, Anatomía Patológica, Endosco-fregadero, Eco y Banco de Sangre, la producción se evaluó mejor incluyendo el crecimiento eficaz.

PALABRAS CLAVE: Exámenes de flujo, series de tiempo, la Administración TDAA, Exa meses radio-lógicos, Radiología

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A estatística é a ciência da contagem, durante muito tempo foi utilizada sem a correta denominação, a Estatística foi cunhada pelo acadêmico alemão Gottfried Achenwall (1719-1772) e sua origem está associada à palavra latina STATUS (Estado). Há indícios de que 3000 anos A.C. já se faziam censos na Babilônia, China e Egito e até mesmo o 4º livro do Velho Testamento faz referência a uma instrução dada a Moisés, para que fizesse um levantamento dos homens de Israel que estivessem aptos para guerrear. Usualmente, estas informações eram utilizadas para a taxaço de impostos ou para o alistamento militar. O Imperador César Augusto, por exemplo, ordenou que se fizesse o Censo de todo o Império Romano.

Na Inglaterra do século XVII surgiram os aritméticos políticos, dentre os quais se destacaram John Graunt (1620-1674) e William Petty (1623-1687). Eles preocuparam-se com o estudo numérico dos fenômenos sociais e políticos, na busca de leis quantitativas que pudessem explicá-los.

Mais tarde renomados pesquisadores contribuíram para o desenvolvimento da estatística, dentre eles temos Karl Pearson (1857-1936) formou-se em 1879 pela Cambridge University e inicialmente dedicou-se ao estudo da evolução de Darwin, aplicando os métodos estatísticos aos problemas biológicos relacionados com a evolução e hereditariedade. William Sealey Gosset (1876-1937) estudou química e matemática na New College Oxford, em 1899 foi contratado como químico da Cervejaria Guinness em Dublin na qual desenvolveu o teste t de student. Ronald Aylmer Fisher (1890-1962), formado em astronomia pela Universidade de Cambridge em 1912 foi o fundador do Statistical Laboratory de Rothamsted, contribuindo enormemente tanto para o desenvolvimento da Estatística.

Outro trabalho importante que pode ser considerado um marco na história da é o livro de Box and Jenkins (Box, 1976) sobre Séries Temporais. Em seu trabalho Gooijer and Hyndman (Gooijer, 2006) afirmam que essa obra foi responsável pelo conhecimento existente até hoje sobre séries temporais, a respeito de estimação de parâmetros, identificação e previsão. Estes autores abordaram a construção de modelos estocásticos no domínio do tempo para séries temporais discretas que sejam mais simples possíveis, com

número mínimo de parâmetros. As razões para a escolha de tal critério são o fato desses modelos serem capazes de revelar algo sobre a natureza dos processos que geram as séries temporais e a possibilidade de esses modelos serem utilizados para a obtenção de previsões ótimas de valores futuros das séries.

O método para a modelagem de séries temporais ficou conhecido como método autor-regressivo integrado de média móvel (ARIMA) ou abordagem de Box-Jenkins. Para esta abordagem temos que respeitar a definição de uma classe de modelos que satisfaça os objetivos da modelagem; saber se dentro dessa classe, que pode ser extensa, identificamos subclasses a partir de conhecimentos prévios; ter a estimação de parâmetros do modelo selecionado de acordo ou não com as estimativas preliminares que por ventura tenham sido obtidas em um estágio inicial; realização de um diagnóstico que verifique a qualidade do modelo obtido. Caso ele não se ajuste bem aos dados devemos escolher o modelo que melhor se adeque ao problema em questão.

A representação *ARIMA* (p, d, q) refere-se, respectivamente, às ordens de autorregressão, de integração e de média móvel:

- p é o número de termos autorregressivos,
- d é o número de diferenças,
- q é o número de termos da média móvel

Box and Jenkins (Box, 1976) descrevem a importância dos limites de confiança para as previsões obtidas com os modelos estimados. A definição de faixas em torno dos valores previstos deve ser observada porque dessa maneira, tem-se um cálculo dos riscos decorrentes das decisões que venham a ser tomadas com base nas previsões obtidas.

Para esta pesquisa a Análise de Séries Temporais tem o poder de demonstrar as diferenças na produção de exames realizados no SADT ao longo de um período determinado. Temos um conjunto de observações sobre uma variável, ordenado no tempo e registrado em períodos regulares. Para exemplificarmos a utilização deste tipo de teste podemos enumerar os seguintes exemplos: temperaturas máximas e mínimas diárias em uma cidade, vendas mensais de uma empresa, resultado de um eletroencefalograma, gráfico de controle do processo produtivo de exames em um hospital.

A suposição básica que norteia a análise de séries temporais é que há um sistema causal constante ou não relacionado com o tempo, que exerceu influência sobre os dados. Este sistema causal costuma atuar criando padrões não aleatórios que podem ser detectados em um gráfico da série temporal, ou mediante algum outro processo estatístico. O objetivo da análise de séries temporais é identificar padrões não aleatórios na série temporal de uma variável de interesse e a observação deste comportamento passado pode permitir fazer previsões sobre o futuro, orientando a tomada de decisões.

No modelo clássico as séries temporais são compostas de quatro padrões:

- **Tendência (T)**, que é o comportamento de longo prazo da série, que pode ser causada pelo crescimento demográfico, ou mudança gradual de hábitos de consumo, ou qualquer outro aspecto que afete a variável de interesse no longo prazo;
- **Variações cíclicas ou ciclos (C)**, flutuações nos valores da variável com duração superior a um ano, e que se repetem com certa periodicidade, que podem ser resultado de variações da economia como períodos de crescimento ou recessão, ou fenômenos climáticos como o El Niño (que se repete com periodicidade superior a um ano);
- **Variações sazonais ou sazonalidade (S)**, flutuações nos valores da variável com duração inferior a um ano, e que se repetem todos os anos, geralmente em função das estações do ano (ou em função de feriados ou festas populares, ou por exigências legais, como o período para entrega da declaração de Imposto de Renda); se os dados forem registrados anualmente NÃO haverá influência da sazonalidade.
- **Variações irregulares (I)**, que são as flutuações inexplicáveis, resultado de fatos fortuitos e inesperados como catástrofes naturais, atentados terroristas como o de 11 de setembro de 2001, decisões intempestivas de governos, etc.

Neste estudo demonstramos as características da produção de exames realizados durante os anos de 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016 no SADT (Serviço de Apoio a Diagnose e Terapia) de um grande hospital de São Paulo.

O setor de SADT é responsável pela prestação de serviços na área da saúde que se utiliza de recursos de uma fonte financiadora (sus) com o objetivo de esclarecer o diagnóstico ou realizar procedimentos terapêuticos específicos para pacientes externos, internos ou de emergência de um serviço de saúde. Registra a oferta dos serviços por especialidades, sejam eles próprios, terceirizados ou contratado interna ou externamente ao estabelecimento de saúde.

A produção anual de exames, desde 2012, ultrapassou 400.000 unidades, divididas em oito especialidades diferentes; Raios-X, Tomografia, Ultrassom, Patologia Clínica, Anatomia Patológica, Endoscopia, Ecocardiograma e Banco de Sangue.

O objetivo deste estudo é fornecer dados que subsidiem a alocação recursos financeiros, mão de obra diante e insumos diante da rotina de produção nestas áreas.

Concentrar recursos de forma estratégica nos períodos de maior necessidade ou poder prever os gastos com insumos em períodos específicos é muito importante em se tratando de um hospital público que tem destinação de verbas e recursos limitados para os atendimentos aos cidadãos.

A área hospitalar exige cuidados específicos, gerenciar o fornecimento de insumos exige que saibamos sobre a qualidade, quantidade, ocasião, aquisição, compra, recebimento,

armazenamento e distribuição de recursos materiais são processos complexos e que exigem uma logística bem planejada, organizada, coordenada e avaliada (Bittar O. J., 2000).

Os Recursos Humanos são peça fundamental em todo o processo. Enquanto a tecnologia nas áreas industriais faz com que haja uma diminuição na mão de obra utilizada, na área da saúde acontece o oposto. Várias são as causas: equipamentos que necessitam de profissionais para sua operação, manutenção e interpretação de resultados, bem como são indispensáveis que os cuidados sejam providos diretamente por eles.

Situando-se no nível econômico terciário, o hospital é dependente de mão de obra, sendo esta altamente especializada, e aumentando ainda mais a complexidade dos processos.

O SADT é o setor que concentra as especialidades responsáveis pela ajuda e solução de diagnósticos e de tratamentos. Nas últimas décadas teve um desenvolvimento tecnológico enorme, contribuindo não só com a melhoria da qualidade e resolubilidade, mas também com o aumento dos custos. Aumentou, ainda, o número e a complexidade dos processos, exigindo tecnologia cara e recursos humanos altamente treinados (Bittar O. , 1997).

As características mencionadas motivaram-nos a investigar a produção de exames neste hospital, detalhando mês a mês a partir de 2012 até 2016, mês dois. No mês de Março de 2014 houve a implantação de uma nova rotina, investimentos em mão de obra e equipamentos para o setor de radiologia. Setor responsável pela produção dos exames de Raios X, Tomografia e Ultrassom.

Devido a esse aporte substancial de recursos e a mudança da rotina de trabalho com a alocação de vários profissionais, comparamos e comentamos a produção, antes e após o aporte de recursos a fim de saber se o investimento trouxe ganhos para o hospital e para a população que utiliza os serviços.

Identificamos os eventos temporais: propriedades da série; tendência, sazonalidade, *outliers* e alterações estruturais. Previmos os valores futuros com base nos valores apresentados no banco de dados e explicamos a variação de valores da série em função dos valores da uma série-base.

As outras modalidades restantes de exames; Patologia Clínica, Anatomia Patológica, Endoscopia, Ecocardiograma e Banco de Sangue, pretendemos somente identificar os eventos temporais e as propriedades da série, explicando a variação dos valores antes e após março de 2014, em função dos valores da série-base.

No SADT o serviço de Radiologia é o que mais têm sofrido transformações, assim como os desenvolvimentos da medicina, essa especialidade viveu essa evolução, principalmente com a introdução de sistemas computacionais (Santos, 2016).

No SADT como um todo, a tecnologia da informática cumpre papel decisivo nessas transformações, segundo Jaffe e Lynch (1996), durante as últimas décadas a tecnologia

avançou de maneira extremamente rápida, levando os serviços de radiologia a um novo processo de reestruturação, de modo a acompanhar toda esta evolução tecnológica.

Estes avanços em tecnologia digital estão provocando um efeito profundo no tocante à produção de exames. Tornando-se indispensáveis em todas as áreas, contribuindo e beneficiando pacientes e profissionais assim como propiciando melhoria no gerenciamento, atendimento, ensino e pesquisa. São de grande importância para aquisição de exames e para o cuidado aos pacientes.

Atualmente é possível afirmar que os sistemas computacionais são ferramenta de extrema importância na produção de exames e gerenciamento de pacientes. Seu uso propicia a disponibilização de todo o histórico dos pacientes em rede interna.

Observa-se a tendência natural pela informatização em todos os níveis, mas no tocante à medicina, torna-se cada vez mais necessária à sua utilização, de modo a permitir aos profissionais uma nova forma de adquirir conhecimentos técnicos, de disponibilização de exames e de gerenciamento dos atendimentos e tratamentos, possibilitando assim um constante aprimoramento da rotina de grandes hospitais (Arenson RL, 2000).

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Solicitamos a diretoria do hospital os dados referentes a produção de cinco anos consecutivos 2012, 2013, 2014, 2015 e nos meses de janeiro e fevereiro de 2016. Especificamente na Radiologia no mês de Março de 2014 tivemos um upgrade no parque tecnológico existente no hospital, o Tomógrafo singleslice foi trocado por um multislice de 64 canais possibilitando a execução de exames em tempo muito menor, aparelhos de Ultrassom e Transdutores novos possibilitaram melhor resolução e menor tempo de exames, mais alguns profissionais Técnicos em Radiologia, enfermeiros, auxiliares de enfermagem e Técnicos administrativos passaram a compor a equipe que já dispunha de um número razoável de profissionais.

Avaliamos a produção de exames de Raios X, Tomografia, Ultrassom, Patologia Clínica, Anatomia Patológica, Endoscopia, Ecocardiograma e Banco de Sangue. Identificamos os eventos temporais ou as propriedades da série com base nos valores apresentados no banco de dados. Previmos os valores futuros, explicando a variação dos mesmos antes e após março de 2014.

Para estas avaliações estaremos comparando dois períodos distintos antes e depois da implantação da nova rotina de trabalho. Por meio do Teste de Mann-Whitney vamos comparar ambos os momentos de observação, para cada uma das oito variáveis estudadas, em seguida avaliaremos por meio de Séries Temporais o comportamento da produção.

Classificamos os movimentos das séries temporais com intervalo de confiança de 95%, demonstrando a tendência da série, variações cíclicas, variações por estações, quanto aos movimentos se são irregulares ou aleatórios. Para estes procedimentos utilizamos o banco de dados sigiloso, disponibilizado pelo hospital em Excel. Fizemos primeiramente a descrição dos dados e depois a avaliação destes pelo software especializado SPSS.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A descrição estatística neste caso é a comparação entre os dois momentos de observação, antes o período 01 e depois da implantação período 02 do novo processo de produção. Para esta demonstração foi aplicado o Teste de Mann-Whitney, com o intuito de comparar ambos os momentos de observação, para cada uma das oito variáveis estudadas:

Tabela 1: Descrição e comparação de momentos de observação.

Variável	Período	n	Média	Desvio-padrão	Erro-padrão	Intervalo de Confiança de 95%		Mínimo	Máximo	Percentil 25	Percentil 50 (Mediana)	Percentil 75	Sig. (p)
						Limite Inferior	Limite Superior						
RAIOS X	1	26	6314,77	1828,85	358,67	5576,08	7053,46	3369,00	9936,00	5125,75	5655,00	7831,25	0,045
	2	24	5309,75	1158,31	236,44	4820,64	5798,86	3368,00	7452,00	4389,50	5199,00	6125,25	
	Total	50	5832,36	1610,43	227,75	5374,68	6290,04	3368,00	9936,00	4711,75	5620,50	6661,50	
ULTRASSOM	1	26	1015,15	110,72	21,72	970,43	1059,88	827,00	1296,00	919,25	1011,00	1103,25	0,634
	2	24	1018,96	120,65	24,63	968,01	1069,90	738,00	1169,00	909,75	1045,00	1134,25	
	Total	50	1016,98	114,42	16,18	984,46	1049,50	738,00	1296,00	911,75	1018,00	1124,25	
TOMOGRAFIA	1	26	478,85	96,93	19,01	439,70	518,00	361,00	915,00	435,75	466,00	497,75	0,005
	2	24	515,50	88,04	17,97	478,32	552,68	279,00	681,00	484,50	500,00	569,75	
	Total	50	496,44	93,67	13,25	469,82	523,06	279,00	915,00	455,75	488,50	510,75	
PATOLOGIA CLINICA	1	26	25126,04	2355,37	461,93	24174,68	26077,39	18964,00	29512,00	23638,75	25518,50	26732,25	< 0,001
	2	24	29692,92	2295,98	468,67	28723,41	30662,42	25024,00	36545,00	28376,75	29465,00	30980,25	
	Total	50	27318,14	3258,35	460,80	26392,13	28244,15	18964,00	36545,00	25125,75	27265,00	29509,75	
ANATOMIA PATOLÓGICA	1	26	167,00	30,48	5,98	154,69	179,31	126,00	231,00	140,50	159,50	193,00	0,554
	2	24	159,42	35,58	7,26	144,39	174,44	71,00	216,00	126,75	164,00	190,75	
	Total	50	163,36	32,91	4,65	154,01	172,71	71,00	231,00	136,75	163,50	191,50	
ENDOSCOPIA	1	26	126,38	27,43	5,38	115,30	137,47	70,00	173,00	106,00	127,00	147,50	0,105
	2	24	111,29	52,40	10,70	89,16	133,42	56,00	222,00	68,25	83,50	154,00	
	Total	50	119,14	41,61	5,88	107,32	130,96	56,00	222,00	79,50	123,00	149,50	
ECO	1	26	79,62	19,73	3,87	71,65	87,58	55,00	137,00	61,75	74,50	87,75	< 0,001
	2	24	140,88	25,92	5,29	129,93	151,82	98,00	203,00	123,75	142,50	161,25	
	Total	50	109,02	38,34	5,42	98,12	119,92	55,00	203,00	73,75	104,00	141,25	
BANCO DE SANGUE	1	26	230,65	44,63	8,75	212,63	248,68	131,00	325,00	199,75	232,50	255,75	0,786
	2	24	227,17	44,92	9,17	208,20	246,13	156,00	307,00	182,75	229,00	262,75	
	Total	50	228,98	44,34	6,27	216,38	241,58	131,00	325,00	198,75	231,50	256,50	

Fonte: Hospital X, São Paulo, Abril de 2016.

Abaixo o estudo das oito variáveis, encaradas como séries temporais foram feitas a descrições estatísticas de cada série temporal, calculando-se algumas medidas-resumo caracterizadoras dessas séries, mostradas na tabela-resumo, abaixo:

Tabela 2: Estatísticas-resumo das oito séries estudadas

Estatística	Média	Erro-padrão	Mínimo	Máximo	Percentil 05	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50 (Mediana)	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95
Stationary R-squared	0,73	0,08	0,59	0,81	0,59	0,59	0,66	0,76	0,80	0,81	0,81
R-squared	0,49	0,27	0,16	0,81	0,16	0,16	0,20	0,52	0,72	0,81	0,81
RMSE	371,66	635,07	16,99	1740,64	16,99	16,99	23,84	62,12	728,73	1740,64	1740,64
MAPE	11,83	3,92	5,11	17,92	5,11	5,11	8,75	12,87	13,88	17,92	17,92
MaxAPE	53,42	25,98	14,89	91,23	14,89	14,89	29,96	53,85	77,49	91,23	91,23
MAE	285,12	495,98	13,24	1370,48	13,24	13,24	18,13	40,83	541,99	1370,48	1370,48
MaxAE	952,09	1535,56	37,04	3969,06	37,04	37,04	53,22	162,23	2188,57	3969,06	3969,06
Normalized BIC	9,24	3,47	5,90	15,08	5,90	5,90	6,50	8,25	12,75	15,08	15,08

Fonte: Hospital X, São Paulo, Abril de 2016.

Para os modelos construídos, foram calculadas algumas medidas-resumo, sendo a principal, o valor de R^2 , que é o indicador de ajuste de cada modelo proposto.

Tabela 3: Resultados das construções dos modelos das séries estudadas

Variável	Número de Preditores	R^2 estacionário	Estatística	Graus de Liberdade	Sig. (p)	Número de Outliers
RAIOS X-Model_1	0	0,650	10,502	16	0,839	0
ULTRASSOM-Model_2	0	0,806	18,211	16	0,312	0
TOMOGRAFIA-Model_3	0	0,808	33,567	16	0,006	0
PATOLOGIA CLINICA-Model_4	0	0,700	16,641	16	0,409	0
ANATOMIA PATOLÓGICA-Model_5	0	0,755	33,279	16	0,007	0
ENDOSCOPIA -Model_6	0	0,592	23,358	16	0,105	0
ECO-Model_7	0	0,763	18,121	15	0,256	0
BANCO DE SANGUE-Model_8	0	0,788	19,573	16	0,240	0

Fonte: Hospital X, São Paulo, Abril de 2016.

Foram calculados os valores das projeções futuras para cada modalidade de exame, permitindo uma previsão futura da alocação de recurso, para que as mesmas sejam efetivadas com um melhor resultado custo / benefício.

Tabela 4: Resultados das projeções de cada série temporal estudada, marcados em cor azul, e seus respectivos limites superior (UCL) e inferior (LCL).

Variável	Estatística	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17
RAIOS X	Projeção	6233	6102	5162	3914	4278	4185	4452	4384	3767	3700	4310	4564
	Limite Sup	8116	8207	7468	6405	6941	7010	7429	7507	7029	7095	7833	8211
	Limite Inf	4350	3997	2856	1423	1614	1360	1474	1261	505	305	787	917
ULTRASSOM	Projeção	1077	1092	1037	1045	1038	1114	1029	1130	1060	962	959	1028
	Limite Sup	1290	1305	1252	1261	1255	1332	1248	1350	1281	1184	1182	1252
	Limite Inf	865	878	822	829	821	896	810	910	839	740	736	804
TOMOGRAFIA	Projeção	566	583	491	616	532	546	484	536	513	494	554	560
	Limite Sup	739	758	666	792	709	724	663	716	694	675	737	744
	Limite Inf	392	408	315	439	355	368	305	356	333	312	372	377
PATOLOGIA CLINICA	Projeção	32016	30209	30545	26298	28839	29501	30179	30444	28232	26839	29109	28593
	Limite Sup	35516	34122	34832	30928	33788	34751	35713	36248	34294	33149	35657	35370
	Limite Inf	28516	26296	26259	21668	23889	24251	24645	24640	22170	20530	22561	21815
ANATOMIA PATOLÓGICA	Projeção	184	189	173	111	162	170	160	163	150	148	131	168
	Limite Sup	237	242	226	165	216	224	214	218	204	203	186	223
	Limite Inf	131	136	119	58	108	116	106	109	95	93	76	112
ENDOSCOPIA	Projeção	90	94	87	92	125	127	102	103	84	65	62	70
	Limite Sup	136	148	148	158	197	204	185	190	175	160	161	173
	Limite Inf	43	40	26	25	52	49	20	16	-7	-31	-37	-34
ECO	Projeção	168	164	177	174	179	185	188	189	173	177	169	206
	Limite Sup	203	199	212	209	214	220	223	224	209	213	205	242
	Limite Inf	134	130	143	140	144	150	152	154	138	142	134	170
BANCO DE SANGUE	Projeção	279	229	238	190	185	240	238	216	203	204	202	230
	Limite Sup	355	305	314	266	261	316	314	292	279	280	278	306
	Limite Inf	203	153	162	114	109	164	162	140	127	128	126	154

Fonte: Hospital X, São Paulo, Abril de 2016.

Apresentamos os valores observados e os valores esperados, para cada modalidade de exame, de acordo com a modelagem, interpretando como a mais apropriada para cada série.

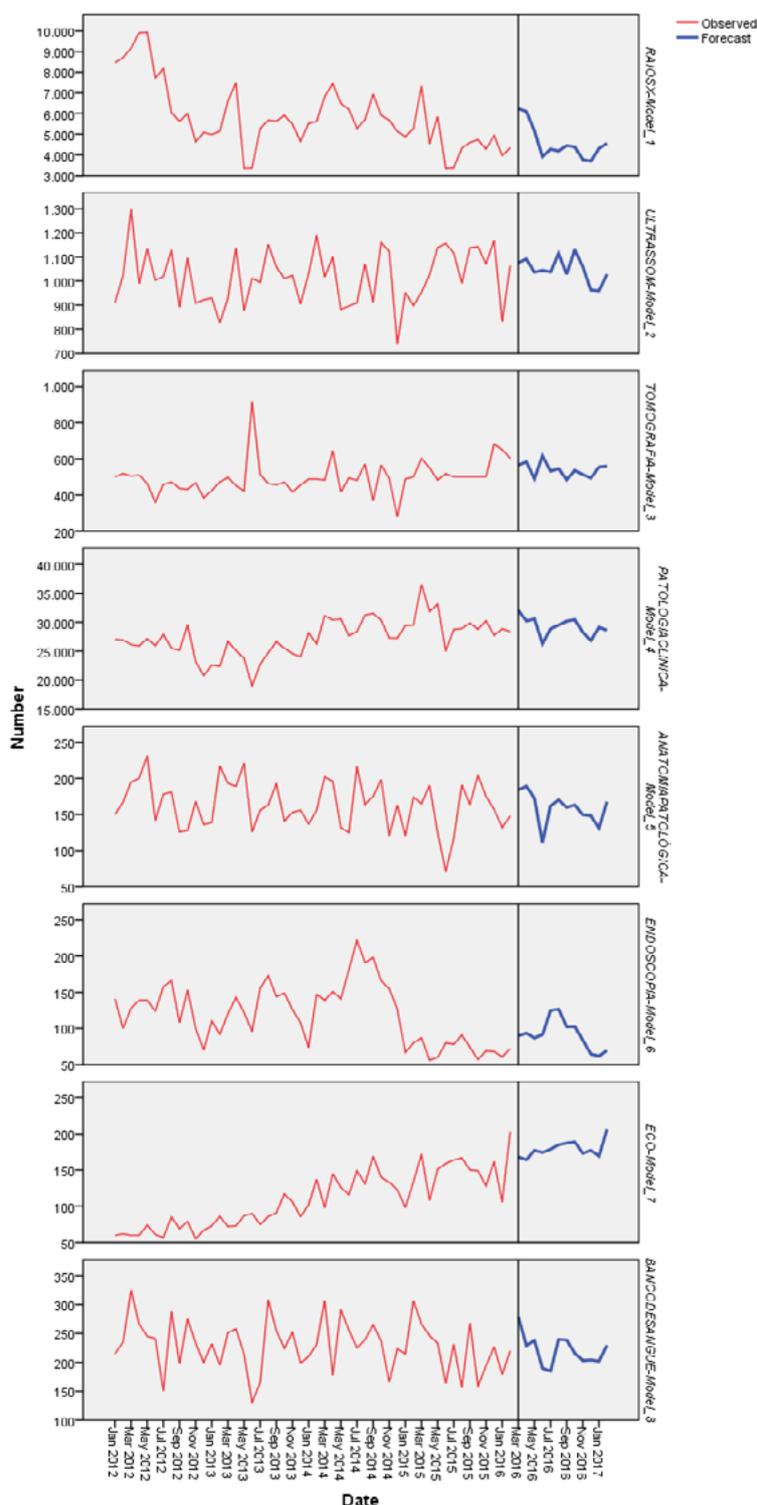


Figura 1: representações gráficas das oito séries estudadas, com os valores observados em vermelho e valores projetados em azul, São Paulo, Abril de 2016.

O objetivo da análise de séries temporais é identificar padrões não aleatórios na série temporal de uma variável de interesse, e a observação deste comportamento passado pode permitir fazer previsões sobre o futuro, orientando a tomada de decisões.

A partir do comportamento das curvas abaixo podemos entender a produção passada e a futura.

RAIOS X

O gráfico um relativo à produção de exames de Raios X, apresenta padrões não aleatórios que podemos identificar. Há uma tendência decrescente no número de exames produzidos desde 2012. Há uma sucessão regular de picos e vales isso deve ser causado pelas oscilações devido a períodos de férias escolares que estão geralmente relacionados às estações do ano, e que se repetem por alguns anos com maior ou menor intensidade. Em outras palavras, identificamos dois padrões que podem tornar a ocorrer no futuro: diminuição no número de exames de Raios X produzidos devido a flutuações sazonais. Tais padrões podem ser incorporados a este modelo estatístico, possibilitando assim prever que o número de exames tende a diminuir ao longo dos meses seguintes.

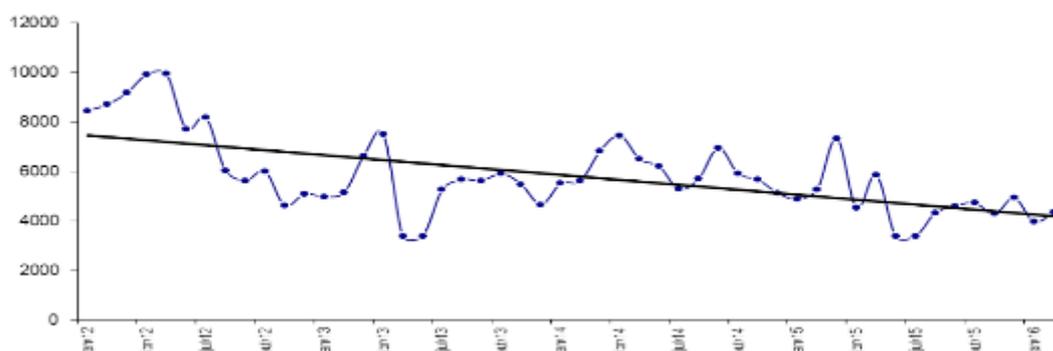


Figura 2: Representação gráfica da série Raios X, com os valores observados, São Paulo, Abril de 2016.

ULTRASSOM

No caso desta modalidade de exame apresenta padrões não aleatórios que podemos identificar. Tende a estabilidade no número de exames produzidos desde 2012. Há variações cíclicas com a presença de picos e vales isso deve ser causado pelas oscilações devido a períodos de férias e quando se aproxima dos finais de ano que estão geralmente relacionados à maior disponibilidade das pessoas para a realização deste tipo de exame. O padrão se repete por alguns anos com maior ou menor intensidade. Em outras palavras, identificamos dois padrões que podem tornar a ocorrer no futuro: a manutenção do número de exames de Ultrassom produzidos e a oscilação na produção no início e final de ano podendo repetir ou não anualmente devido a flutuações irregulares. Esses padrões incorporados a este modelo estatístico possibilitou prever que o número de exames tende a se manter ao longo dos meses seguintes.

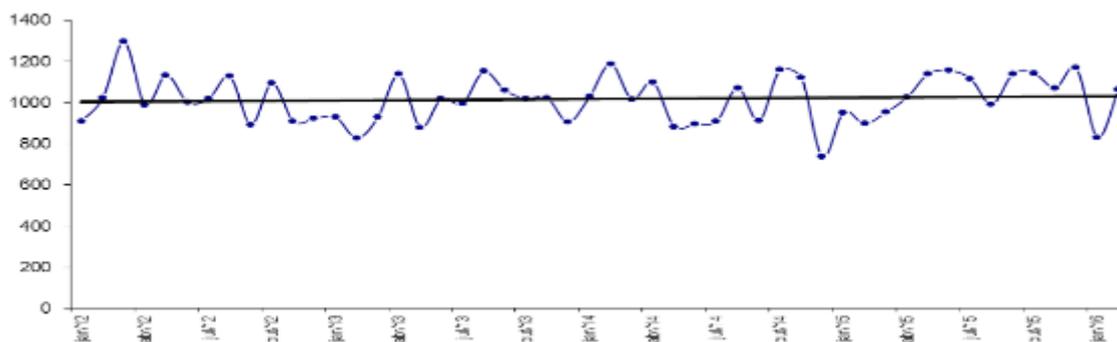


Figura 3: Representação gráfica da série Tomografia, com os valores observados, São Paulo, Abril de 2016.

TOMOGRAFIA

Esta modalidade de exame apresenta padrões não aleatórios que podemos identificar, tendendo a estabilidade no número de exames produzidos desde 2012. Não existem variações cíclicas ou sazonais que expliquem qualquer padrão, há presença de poucos picos e vales sem causas aparentes que justifiquem as oscilações deste tipo de exame, o pico em maio de 2013 foi devido a procura maior deste tipo de exame neste serviço. O padrão se repete de forma irregular com maior ou menor intensidade. Em outras palavras, identificamos um padrão que pode se repetir futuro: tendência a aumento do número de exames de tomografia produzidos. Esse padrão incorporado a este modelo estatístico possibilitou prever que o número de exames tende a crescer ao longo dos meses seguintes.

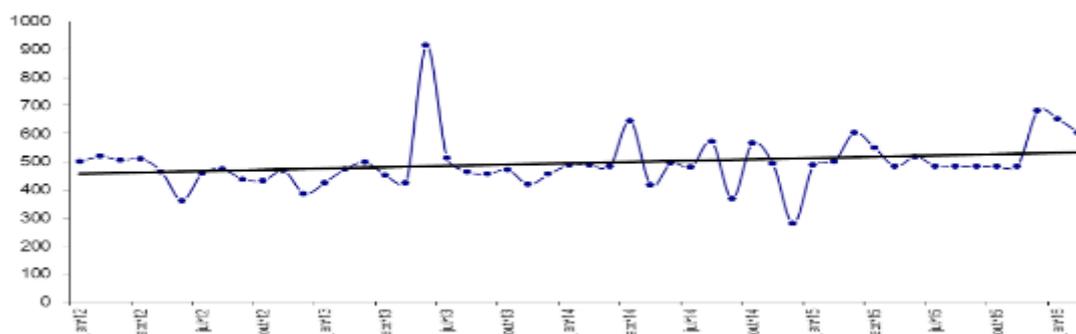


Figura 4: Representação gráfica da série Tomografia, com os valores observados, São Paulo, Abril de 2016.

PATOLOGIA CLINICA

O gráfico um relativo à produção de exames na área de patologia clinica, apresenta padrões não aleatórios que podemos identificar. Há uma tendência crescente no número de exames produzidos desde 2012. Há sucessão regular de picos e vales isso deve ser

causado pelas oscilações notadas preferencialmente nos meses de janeiro, geralmente relacionado ao período de férias, se repetem por alguns anos com maior ou menor intensidade. Em outras palavras, identificamos dois padrões que podem tornar a ocorrer no futuro: aumento no número de exames produzidos devido a flutuações sazonais. Este padrão incorporado a este modelo estatístico permite prever que o número de exames tende a ter um leve aumento ao longo dos meses seguintes.

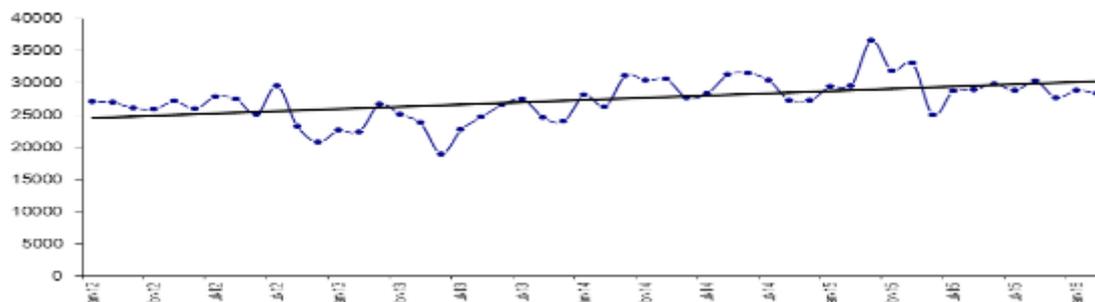


Figura 5: Representação gráfica da série Patologia Clínica, com os valores observados, São Paulo, Abril de 2016.

ANATOMIA PATOLÓGICA

O gráfico relativo à produção de exames na área de anatomia patológica, apresenta padrões não aleatórios que podemos identificar. Há tendência a estabilidade no número de exames produzidos desde 2012. Há uma sucessão regular de picos e vales com oscilações que tendem a aumentar a produção nos meses de maio, se repetem por alguns anos com maior ou menor intensidade. Em outras palavras, identificamos um padrão que pode ocorrer no futuro: estagnação no número de exames produzidos com leve tendência a decrescer e pico de produção nos meses de maio devido a flutuações sazonais. Tais padrões podem ser incorporados a este modelo estatístico, possibilitando assim prever que o número de exames tende a decrescer ao longo dos meses seguintes.

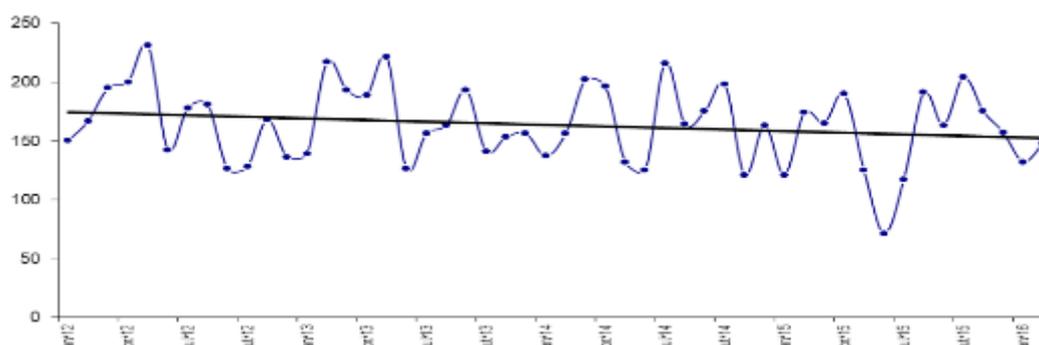


Figura 6: Representação gráfica da série Anatomia Patológica, com os valores observados, São Paulo, Abril de 2016.

ENDOSCOPIA

O gráfico relativo à produção de exames de Endoscopia apresenta padrões aleatórios que podemos identificar. Não apresentou tendência que pudesse explicar o número de exames produzidos desde 2012. Há uma sucessão irregular de picos e vales com oscilações que se repetem pelos anos com maior ou menor intensidade. Em outras palavras, identificamos um padrão que determina a previsão futura: diminuição no número de exames produzidos devido a flutuações irregulares. O comportamento da curva incorporado a este modelo estatístico possibilitou prever que o número de exames tende a diminuir ao longo dos meses seguintes.

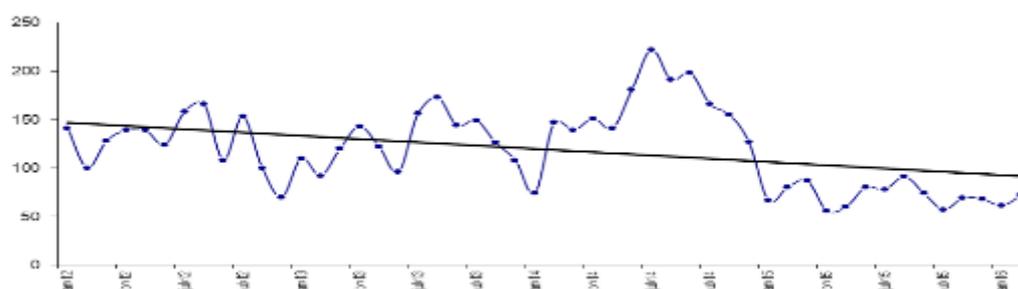


Figura 7: Representação gráfica da série Endoscopia, com os valores observados, São Paulo, Abril de 2016.

ECO

O gráfico relativo à produção de exames de eco apresenta padrões não aleatórios que podemos identificar. Há uma tendência crescente no número de exames produzidos desde 2012. Há uma sucessão regular de picos e vales com tendência ao aumento da produção que se repetem ao longo dos anos principalmente nos meses de janeiro com maior intensidade. Em outras palavras, identificamos dois padrões que podem tornar a ocorrer no futuro: aumento no número de exames de Eco produzidos devido a flutuações sazonais com maior demanda no mês de Janeiro. Tais padrões podem ser incorporados a este modelo estatístico, possibilitando assim prever que o número de exames tende a aumentar ao longo dos meses seguintes.

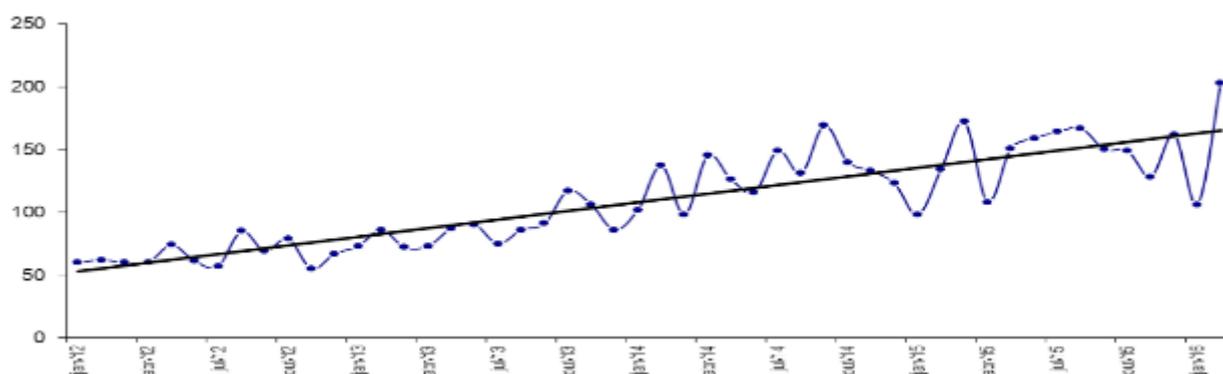


Figura 8: Representação gráfica da série Eco, com os valores observados, São Paulo, Abril de 2016.

BANCO DE SANGUE

O gráfico um relativo à produção de exames no banco de sangue apresenta padrões não aleatórios que podemos identificar. Há tendência a manutenção da estabilidade na produção de exames desde 2012. Há sucessão irregular de picos e vales sem causa aparente, as oscilações são principalmente no mês de setembro que se repetem por alguns anos com maior ou menor intensidade. Em outras palavras, identificamos um padrão pode ocorrer no futuro: estabilidade do número de atendimentos devido a flutuações sazonais. Tais padrões podem ser incorporados a este modelo estatístico, possibilitando assim prever que o número de exames tende a leve decréscimo na produção ao longo dos meses seguintes sempre com pico em setembro.

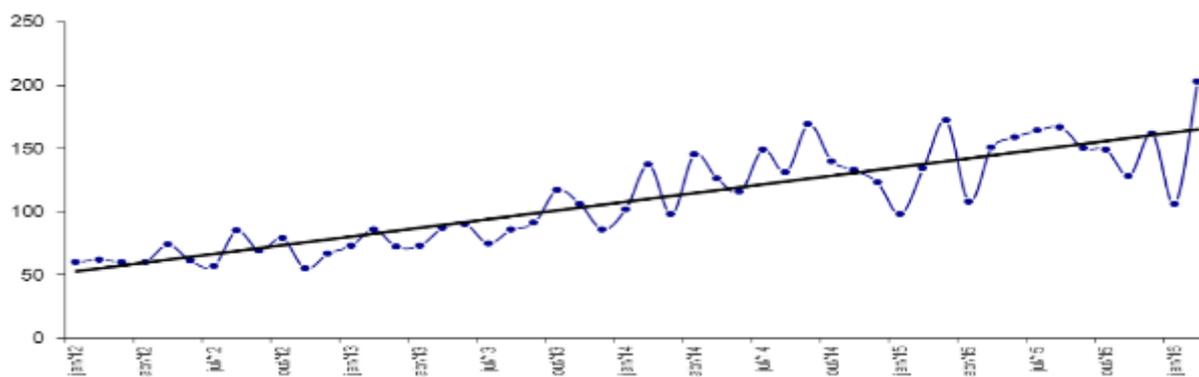


Figura 9: Representação gráfica da série Banco de Sangue, com os valores observados, São Paulo, Abril de 2016.

A Aplicação do *Teste de Mann-Kendall*, tem a finalidade de atestar a tendência das curvas das séries temporais estudadas, no caso dos exames de Raio X, Ultrassom, Tomografia, Patologia Clínica, Anatomia Patológica, Endoscopia, Eco, Banco de Sangue:

VARIÁVEL	n	Estatística z	Sig. (p)	Status
RAIOS X	50	-4,183	< 0,001	efetivamente decrescente
ULTRASSOM	50	+1,154	0,124	estagnada com leve tendência a ser crescente
TOMOGRAFIA	50	+2,229	0,013	efetivamente crescente
PATOLOGIA CLINICA	50	+3,756	< 0,001	efetivamente crescente
ANATOMIA PATOLÓGICA	50	-1,239	0,108	estagnada com leve tendência a ser decrescente
ENDOSCOPIA	50	-2,653	0,004	efetivamente decrescente
ECO	50	+7,212	< 0,001	efetivamente crescente
BANCO DE SANGUE	50	-1,347	0,089	estagnada com leve tendência a ser decrescente

Fonte: Hospital X, São Paulo, Abril de 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos afirmar que toda prestação de serviço em saúde tem componentes de qualidade, o operacional, que é o processo propriamente dito, o de percepção dos clientes sobre o tipo de serviço oferecido e o último e talvez o mais importante é a avaliação dos prestadores, ou seja, o que sentem na oferta do que fazem.

Podemos afirmar que toda mudança pode ser avaliada pelos prestadores ou clientes sem a presença de nenhum especialista, os mesmos são capazes de sentir na ponta as transformações geradas por mudanças ou por reorganização do sistema de produção existente. Encontramos padrões na produção de exames deste hospital que nos permitem avaliar a situação existente a partir dos fatores predeterminantes já relatados.

Os serviços de saúde em todo o mundo principalmente em países emergentes passam por dificuldades, temos que racionalizar os esforços para que cada centavo aplicado seja revertido em benefícios para a população. A demanda por exames é enorme, como não poderia ser diferente existem filas para a realização de muitas modalidades, inclusive destes exames que avaliamos nesta pesquisa.

A implantação de equipamentos modernos e a disponibilização de um número maior de profissionais são de grande importância, porque permite aumento nos atendimentos, diminuição nas filas de espera para procedimentos, melhora nos índices de reclamação e mortalidade, atingindo assim uma maior parcela da população com maior satisfação dos usuários e dos provedores de cuidados.

Desta forma se todos pudessem opinar, esperaríamos que, ao realizar melhorias expressivas no parque tecnológico de um hospital, que os padrões de qualidade e os atendimentos a população evoluam, com equipamentos modernos o tempo de execução de

exames e a velocidade de processamento é muito menor conseqüentemente a produção deveria aumentar.

Particularmente no caso da produção dos exames de Raios X, Tomografia e Ultrassom, visto todos os aspectos já discutidos, diagnosticamos que o montante investido no setor de radiologia não gerou benefícios na produção e nos atendimentos a população. As análises estatísticas demonstraram queda ou estagnação em várias modalidades de exame.

A produção de Raios X sofreu efetiva diminuição dos atendimentos e em decorrência as quantidades de exames produzidos também diminuíram, no setor de ultrassom o aumento no quadro de profissionais médicos e enfermeiros não atendeu as expectativas, os atendimentos continuaram praticamente estagnados e na tomografia apesar de apresentar um aumento significativo estatisticamente descrito, na prática o aumento de aproximadamente 07% não atende as expectativas se observarmos que o investimento em equipamentos, nas instalações e em mão de obra especializada não gerou nenhum benefício para a diminuição da quantidade de agendamentos para essa modalidade de exame. O custo benefício produzido está sendo irrisório, se observarmos que o investimento em infraestrutura e mão de obra especializada ultrapassa a cifra de um milhão e meio de reais.

Nas modalidades restantes Patologia Clínica, Anatomia Patológica, Endoscopia, Eco, Banco de Sangue, não vimos tal investimento, tendo sua produção melhor avaliada inclusive com tendência efetiva de crescimento.

Alguns profissionais que trabalham neste serviço relatam que as mudanças não surtiram os efeitos desejados na produção, fato esse corroborado por este estudo e pela experiência profissional da equipe. Segundo BITTAR (2000) experiência é um dos fatores que podem determinar o sucesso de qualquer processo, devemos conhecer as particularidades e os anseios das equipes a fim de ter consciência da realidade e saber quais são as condições que podem elevar a qualidade dos exames e aumentar os atendimentos à população.

À vista desses fatores concluímos que ao comparar a produção do conjunto como um todo, o investimento não demonstra mudanças significativas no número de pacientes atendidos ou nas filas de agendamento de exames, a rotina entre os dois períodos se mantém praticamente idênticas, nos forçando a interpretar ou avaliar de forma negativa a aplicação destes recursos até o presente momento.

Esperamos que este relatório possa produzir frutos que venham a contribuir com gestão pública de forma efetiva, evitando que recursos tão escassos possam ser aplicados sem o retorno esperado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arenson RL, A. K. (2000). Computers in imaging and health care: now and in the future. . *J Digit Imaging* , 13(4):145-56.

Bittar, O. (1997). *Hospital: qualidade & produtividade*. São Paulo: Sarvier.

Bittar, O. J. (2000). Gestão de processos e certificação para qualidade em saúde. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 70 - 76.

Box, G. a. (1976). *Time Séries Analysis - Forecasting and Control* . San Francisco: Holden Day.

Gooijer, J. a. (2006). 2. 5 years of time series forecasting. *International Journal of Forecasting*, 22:443-473 (Box, 1976).

Jaffe CC, L. P. (1996). Imaging and information management: computer systems for a changing health care environment. *Radiol Clin North América*, 34:629-46.

Santos, E. A. (1 de Abril de 2016). A evolução tecnológica e os técnicos de radiologia: Formação contínua e balanço de competências em radiologia digital num serviço hospitalar da área metropolitana de Lisboa. Évora, Lisboa, Portugal. Acesso em 5 de Fevereiro de 2016, disponível em <http://www.rdpc.uevora.pt/10174/16374>