



**XXII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GCR/12
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO – VI

GRUPO DE ESTUDO DE COMERCIALIZAÇÃO, ECONOMIA E REGULAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - GCR

UM PANORAMA SOBRE AS OBRAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Tito Ricardo Vaz da Costa(*)
ANEEL

Eduardo Martins Silva
ANEEL

Ivo Silveira Gomes Filho
ANEEL

Esilvan Cardoso dos Santos
ANEEL

Clarissa Melo Lima
UnB

RESUMO

O trabalho apresenta a situação cronológica das obras de transmissão de energia elétrica concluídas no Brasil entre os anos de 2008 e 2013. O estudo demonstra que o percentil é a medida mais indicada para a descrição estatística dos empreendimentos. Por meio de técnicas de regressão foi possível construir previsores do tempo de obra baseados na duração de etapas concluídas de um determinado empreendimento. Foram realizadas simulações com um dos previsores obtidos e observou-se a sua performance.

PALAVRAS-CHAVE

Regulação, transmissão, energia, obras e estatística.

1.0 - INTRODUÇÃO

O trabalho apresenta a situação cronológica das obras de transmissão de energia elétrica integrantes do Sistema Interligado Nacional – SIN, concluídas entre os anos de 2008 a 2013. Serão analisadas obras outorgadas por meio de Contratos de Concessão e Resoluções Autorizativas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

A ANEEL monitora todos os empreendimentos de construção, ampliação ou reformas de instalações de transmissão de energia elétrica existentes no país. Esse acompanhamento é feito a partir de dados encaminhados mensalmente pelas concessionárias para o Sistema de Gestão da Transmissão – SIGET (1).

Diversos empreendimentos outorgados pelo poder concedente encontram-se em atraso. Essa situação reflete diretamente na operação do SIN impondo restrições operativas, perda de redundância, sobrecarga de linhas e até problemas de escoamento de energia nova.

Utilizando a base de dados do SIGET descreveremos estatisticamente a situação dos principais marcos considerados nos cronogramas de execução dos empreendimentos de transmissão. Com esses dados será possível identificar as etapas mais ou menos críticas para cumprimento dos cronogramas previstos nos atos de outorga.

O estudo fornece ainda um modelo estatístico que seja capaz de prever o panorama futuro dos empreendimentos em execução considerando os marcos já cumpridos. As análises estatísticas do trabalho serão desenvolvidas por meio da ferramenta IBM SPSS® (6).

O estudo justifica-se pela necessidade de inclusão de maior inteligência nos sistemas de gestão da ANEEL. Com o advento da chamada 'cláusula de barreiras' para os leilões de transmissão (2) criou-se um incentivo a uma previsão mais otimista quanto à conclusão das obras.

2.0 - MATERIAL E MÉTODOS

A partir do SIGET foram extraídas para análise as evoluções dos marcos intermediários de todas as obras declaradas concluídas pelos concessionários entre os anos de 2008 e 2013. Dentre os dados dos empreendimentos, foram selecionados: o Agente, o Ato de outorga, a identificação do empreendimento, o número e nome dos marcos intermediários das obras, suas datas efetivas de início e conclusão.

A extração dos dados foi realizada utilizando-se um sistema de inteligência analítica chamado SAS, que é um integrador de ferramentas para recuperação e análise de dados (10). Os dados extraídos do SAS foram analisados estatisticamente com o uso do SPSS, onde foram selecionadas como saídas as variáveis estatísticas média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação e percentis (8, 9). O trabalho analisou 412 empreendimentos de Transmissão, sendo 345 (83,7%) outorgados por meio de Resolução Autorizativa e outros 67 (16,3%) outorgados por meio de Contratos de Concessão.

3.0 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

As informações dos eventos parciais dos cronogramas foram organizados em quatro grupos distintos representando as diferentes etapas do empreendimento: preliminares, licenciamento ambiental, preparação de execução e execução da obra. A Tabela 1 mostra como foi feita a divisão.

Tabela 1 – Divisão dos eventos da obra em etapas

Etapa	Evento
Preliminares	Projeto Básico
	Estudos, projetos, construção
	Assinatura de contratos
	Contrato de Conexão de Transmissão CCT
	Contrato de Compartilhamento de Instalação CCI
	Contrato de Prestação de Serviço de Transmissão
Declaração de Utilidade Pública – DUP	
Licenciamento ambiental	Termo de Referência TR
	EIA/RIMA ou RAS
	Licença Prévia LP
	Licença de Instalação LI
	Autorização de Supressão Vegetal ASV
Licença de Operação LO	
Preparação da execução	Projeto Executivo
	Aquisição de Equipamentos e Materiais
	Pedido de Compra
	Estruturas
	Cabos e Condutores
	Equipamentos Principais (TR e CR)
	Demais Equipamentos (Dj, Secc, TC, TP, PR)
Painel de Proteção, controle e automação	
Execução da obra	Obras Cíveis
	Canteiro de Obras
	Fundações
	Montagem
	Estruturas
	Cabos e Condutores
	Equipamentos Principais
	Demais Equipamentos
	Painel de Proteção, controle e automação
	Comissionamento
	Operação Comercial

A etapa denominada 'preliminares' consiste das atividades burocráticas realizadas após a adjudicação do leilão ou estabelecimento de outorga, necessárias ao início do processo de licenciamento. O 'licenciamento ambiental' compreende todas as ações necessárias para a regularidade ambiental do empreendimento, desde o termo de referência até emissão da licença de operação (5). A etapa 'preparação da execução' abrange as providências

prévias à execução física da obra. Essa etapa consiste basicamente da compra de matérias e elaboração de projeto executivo e pode ser executada paralelamente a etapa de licenciamento ambiental. Finalmente, a etapa de 'execução da obra' relaciona-se com as atividades de campo deflagradas após a emissão da licença de instalação do empreendimento.

A divisão dos eventos da obra em etapas consiste em uma simplificação do cronograma por meio de redução do número de variáveis para análise estatística.

3.1 Estatística descritiva

A Figura 1 mostra a evolução da duração média: dos empreendimentos de transmissão, dos períodos demandados pelo processo de licenciamento ambiental e da execução física das obras; entre os anos de 2008 e 2013.



FIGURA 1 – Tempo médio anual, em dias, das obras analisadas: tempo total, execução física das obras e licenciamento ambiental.

O tempo médio de duração dos empreendimentos cresceu 12,2% no período analisado. Essa piora mostrou-se fortemente influenciada pelo aumento do tempo médio de licenciamento ambiental, principalmente a partir do ano de 2010.

Depreende-se ainda que o tempo de execução física das obras diminuiu no mesmo período, evitando um cenário ainda mais desfavorável do tempo médio de duração.

A Figura 2 mostra o tempo de duração de cada obra analisada em ordem cronológica.

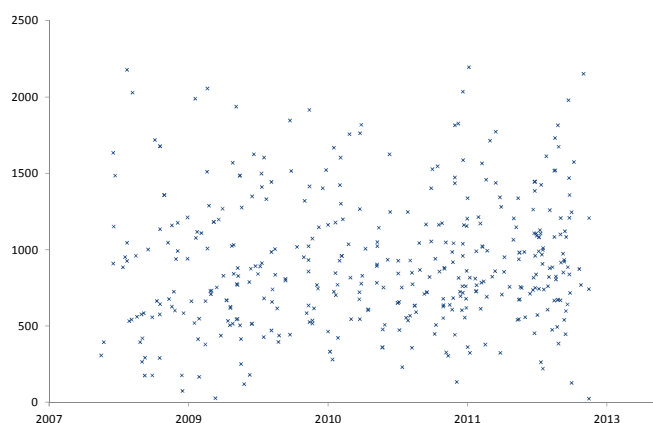


FIGURA 2 – Tempo total de duração, em dias, de cada uma das obras analisadas

Observa-se uma significativa dispersão dos dados, impondo a necessidade de uma descrição estatística mais detalhada. A Tabela 2 apresenta o panorama mais preciso dos cronogramas analisados.

Tabela 2 – Descrição estatística das variáveis analisadas

Parâmetro		Etapas				Duração Total
		Preliminares	Licenciamento	Preparação	Execução	
N (População)	Válidos	349	127	406	369	412
Média		538	716	706	474	946
C.V.		80%	58%	63%	92%	53%
	5	60	91	152	67	308
	25	220	437	458	202	623
Percentis (%)	50	459	656	637	377	857
	75	771	961	906	599	1172
	95	1301	1478	1410	1186	1815

Os dados mostram que os parâmetros analisados possuem Coeficientes de Variação (C.V.) entre 53 e 92%. Um Coeficiente de Variação de até 10% representa uma baixa dispersão dos dados. Valores entre 10% e 30% indicam média dispersão e valores acima de 30% indicam uma elevada dispersão (3, 11). Considerando esse critério, podemos afirmar que todas as variáveis apresentaram elevada dispersão.

O alto valor de coeficiente de variação indica que a média não pode ser considerada uma boa descritora da população (4). Nestes casos, recomenda-se a descrição das variáveis utilizando os percentis. Ao se utilizar percentis obtivemos intervalos de medidas predominantes entre os grupos estudados não existindo prejuízo quanto à dispersão dos dados.

No caso em análise podemos afirmar que 75% das obras analisadas tiveram duração total de até 1172 dias. Analogamente, podemos afirmar que 5% dos empreendimentos tiveram duração superior a 1815 dias. Conclui-se ainda que 50% das obras tiveram tempo de licenciamento ambiental superior 656 dias e tempo de execução física superior 377 dias.

Quando se considera o tipo de outorga – Contrato de Concessão ou Resolução Autorizativa – podemos desmembrar a Tabela 2 em duas novas tabelas.

Tabela 3 – Descrição estatística das variáveis das obras autorizadas

Parâmetro		Etapas				Duração Total
		Preliminares	Licenciamento	Preparação	Execução	
N (População)	Válidos	283	61	340	304	345
Média		507	601	679	437	935
C.V.		86%	69%	67%	102%	56%
	5	60	80	131	60	287
	25	191	405	422	175	597
Percentis (%)	50	397	529	604	332	839
	75	754	833	860	551	1170
	95	1251	1125	1365	1183	1815

Tabela 4 – Descrição estatística das variáveis das obras concedidas

Parâmetro		Etapas				Duração Total
		Preliminares	Licenciamento	Preparação	Execução	
N (População)	Válidos	66	66	66	67	67
Média		671	822	846	631	1005
C.V.		57%	47%	41%	56%	36%
	5	58	187	349	224	531
	25	469	581	628	429	755
Percentis (%)	50	630	764	781	549	920
	75	823	1002	1013	713	1180
	95	1452	1704	1650	1538	1817

Os resultados da Tabela 3 mostram que as obras outorgadas por meio de Resoluções Autorizativas apresentam maior dispersão de variáveis que os dados obtidos pelas variáveis das obras concedidas (Tabela 4). O resultado se justifica dada a variedade de obras autorizadas, que vão desde o simples realocamento de equipamento dentro da subestação ou substituição de equipamentos até a recapacitação de linhas de transmissão. Os coeficientes de variação encontrados nas obras autorizadas foram superiores nas cinco variáveis analisadas, quando comparadas as suas correspondentes nos dados das obras concedidas. Apesar do melhor resultado, todos os coeficientes de variação das etapas analisadas das obras concedidas ficaram acima de 30%, indicando ainda uma elevada dispersão dos dados.

Comparativamente, as obras outorgadas por meio de Contrato de Concessão são mais morosas que aquelas

outorgadas por Resoluções Autorizativas. Esse resultado era esperado uma vez que as obras contratadas geralmente envolvem um maior grau de complexidade de projetos e licenciamento ambiental. Uma análise comparativa das etapas dos empreendimentos é demonstrada na Tabela 5, considerando o percentil 75%.

Ato de outorga	Etapas				Duração Total
	Preliminares	Licenciamento	Preparação	Execução	
Resolução Autorizativa	754	833	860	551	1170
Contrato de Concessão	823	1002	1013	713	1180

A Tabela 5 demonstra que 75% das obras outorgadas por Resolução Autorizativa demoram até 1170 dias para serem concluídas, enquanto que as outorgadas por Contrato de Concessão demoraram até 1180. Quando se analisa o cronograma por etapas, a maior lentidão das obras contratadas fica mais evidenciada. A execução física da obra, por exemplo, dura até 551 dias para 75% das obras autorizadas e até 713 dias para 75% das obras contratadas. A comparação demonstrada pode ser replicada para quaisquer valores de percentis.

3.2 Modelo Previsor

Um modelo previsor é aquele no qual o comportamento de uma variável pode ser descrito em função de outra variável. A variável a ser prevista é dependente e a variável previsorora deve ser independente. Neste estudo consideramos a duração total da obra como variável dependente e as demais variáveis – preliminares, licenciamento ambiental, preparação de execução, execução da obra – como previsoras ou independentes. Como existe apenas uma variável dependente, real e contínua e quatro variáveis de saída contínuas e independentes, o modelo previsor indicado é a regressão múltipla (4). Contudo, para efeito de comparação, construiremos também modelos utilizando apenas uma variável previsorora, regressão simples.

Em um modelo de regressão múltipla, a variável a ser prevista e as variáveis previsoras se relacionam conforme a equação (1) a seguir:

$$y = K + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (1)$$

Na equação (1) y representa a variável dependente, x_k representam as variáveis previsoras, b_k representam os coeficientes associados aos previsores e K é a constante associada à equação. Como regra prática, para cada previsor da equação são recomendados 15 casos de dados para análise. Nesse estudo dispomos de 96 casos e quatro variáveis.

Nosso interesse é obter um modelo com precisão razoável e que possa fornecer uma previsão do tempo de duração de um determinado empreendimento. Nesse contexto, não faz sentido considerarmos a etapa execução física da obra como variável previsorora, pois só conheceremos o seu tempo de duração juntamente com o momento de conclusão da obra. A etapa preparação para execução também não é indicada para a análise, uma vez que sua conclusão pode ser tardia, prejudicando eficácia do modelo. Por fim, a etapa licenciamento ambiental também precisa ser tratada de maneira diferenciada. Geralmente, a execução da obra é deflagrada com emissão da Licença de Instalação (LI) e a Autorização de Supressão Vegetal (ASV). A conclusão do processo de licenciamento ocorre com a emissão da Licença de Operação (LO). Entretanto, a emissão da LO muitas vezes ocorre em data próxima da conclusão da obra, o que pode tornar o modelo de previsão inócuo. Assim, no caso da etapa de licenciamento ambiental, a análise foi feita considerando cenários com o tempo de obtenção LI e cenários utilizando o tempo de obtenção da LO.

Com o auxílio do SPSS realizamos simulações de regressões múltiplas e simples em diferentes cenários com o objetivo de obter o melhor modelo previsor do tempo total de obras. As situações simuladas estão descritas na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Cenários de regressões múltiplas e simples simuladas		
Cenário	Variáveis independentes	Regressão
1	licenciamento (LI)*	simples
2	preliminares e licenciamento (LI)	múltipla
3	preliminares, licenciamento (LI) e preparação da execução	múltipla
4	licenciamento (LI) e preparação da execução	múltipla
5	licenciamento (LO)**	simples
6	preliminares e licenciamento (LO)	múltipla
7	Preliminares	simples
8	preliminares e preparação da execução	Múltipla
* licenciamento (LI): considera o tempo de licenciamento até a obtenção da LI		
** licenciamento (LO): considera o tempo total de licenciamento		

Para efeito de comparação entre os cenários utilizaremos a análise de variância (ANOVA) que testa se o modelo é significativamente melhor para prever a saída do que utilizar a média como previsor. Especificamente,

utilizaremos uma razão denominada F, que representa a melhoria no aumento médio de previsão do modelo dividida pela diferença média entre o modelo e os dados observados. Se a melhoria devido ao ajuste do modelo de regressão é muito maior do que a variação no interior do modelo, então o valor de F será maior do que 1 (4).

Em outras palavras, a razão F é uma medida de dispersão do modelo. Quanto maior o seu valor menor será a dispersão entre as variáveis previsoras analisadas, indicando uma melhor qualidade do modelo simulado (12).

O SPSS apresenta uma série de outros parâmetros estatísticos descritores da variável e da qualidade do modelo. No entanto, para efeito de simplificação, optamos por utilizar apenas a razão F como indicador.

A Tabela 7 mostra os resultados obtidos para os diferentes cenários, indicando os coeficientes da equação do modelo e o valor da razão F da ANOVA.

Cenário	Variável	Coeficientes		Razão F (ANOVA)
		B	Erro	
1	Constante	809,59	66,12	30,88
	Licenciamento (LI)	0,73	0,13	
2	Constante	611,21	73,96	29,27
	Licenciamento (LI)	0,45	0,13	
	Preliminares	0,48	0,11	
3	Constante	226,78	81,58	45,72
	Licenciamento (LI)	0,13	0,12	
	Preliminares	0,35	0,09	
	Preparação	0,68	0,10	
4	Constante	314,78	84,52	52,37
	Licenciamento (LI)	0,28	0,12	
	Preparação	0,76	0,10	
5	Constante	571,33	85,93	46,94
	Licenciamento (LO)	0,65	0,09	
6	Constante	472,82	83,82	34,81
	Licenciamento (LO)	0,44	0,10	
	Preliminares	0,41	0,11	
7	Constante	685,58	74,39	42,47
	Preliminares	0,65	0,1	
8	Constante	221,23	81,48	67,89
	Preliminares	0,38	0,08	
	Preparação	0,72	0,09	

Todos os cenários analisados apresentaram razão F superior a 1, indicando que os modelos melhoram de forma significativa a nossa capacidade de previsão da variável de saída 'tempo total de obra'.

Dentre os cenários, o que apresentou a melhor habilidade de previsão foi o número 8. Esse modelo pode ser representado matematicamente pela equação (2), sem considerar os erros.

$$\text{Tempo de Obra} = 221,23 + 0,38\text{Prel} + 0,72\text{Prep} \quad (2)$$

Onde *Prel* representa o tempo total da etapa preliminares e *Prep* representa o tempo da etapa preparação da execução da obra.

Entretanto, o inconveniente desse modelo é a presença da variável independente preparação da execução, que muitas vezes só está disponível em fases muito avançadas da obra.

Os cenários 5 e 6 são descartados uma vez que obtiveram razão F piores que o cenário 7 e dependem da obtenção da licença de operação, situação que ocorre após o fim da preparação da execução das obras físicas. Os cenários 3 e 4 também não devem ser utilizados uma vez que dependem da variável previsor preparação da execução, já utilizada no cenário 8.

Seguindo o critério da razão F e as restrições observadas, o cenário 7 seria o próximo a ser indicado. Esse cenário, além de adequado, ainda apresenta a vantagem de utilizar como variável previsor somente a etapa preliminares, a primeira a ser concluída no trâmite da obra. Dessa forma, o modelo pode ser capaz de apontar uma tendência de duração da obra com bastante brevidade. A equação (3) mostra o equacionamento resultante de análise de regressão considerando o cenário 7.

$$\text{Tempo de Obra} = 685,58 + 0,65\text{Prel} \quad (3)$$

O modelo final sugerido combinaria os cenários 7 e 8. A partir da conclusão da etapa preliminares já seria possível estimar o tempo de duração da obra com a equação (3) modelando o nosso sistema. Quando a etapa preparação da execução for concluída, o predictor de tempo de obra passaria a ser a equação (2), considerado o modelo ideal.

É importante notar que ambos os modelos considerados melhores descritores não dependem da variável licenciamento ambiental.

3.3 Modelo Predictor das obras outorgadas por contrato de concessão

Um caso particular de análise de regressão pode ser construído para as obras outorgadas por meio de contrato de concessão. Conforme Tabela 4 constatamos que as obras com esta característica apresentam uma menor dispersão de dados que as demais, o que garante um modelo com melhor qualidade.

Dessa forma, analisaremos novamente os cenários sugeridos na Tabela 6. Os resultados obtidos estão destacados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resumo dos resultados das análises de regressões considerando o caso particular de obras outorgadas por contratos de concessão

Cenário	Variável	Coeficientes		Razão F (ANOVA)
		B	Erro	
1	Constante	681,69	49,57	73,45
	Licenciamento (LI)	0,81	0,09	
2	Constante	564,38	58,74	47,77
	Licenciamento (LI)	0,62	0,11	
	Preliminares	0,29	0,09	
3	Constante	222,32	55,86	94,76
	Licenciamento (LI)	0,33	0,08	
	Preliminares	0,23	0,06	
	Preparação	0,59	0,07	
4	Constante	295,10	57,50	111,98
	Licenciamento (LI)	0,46	0,08	
	Preparação	0,62	0,07	
5	Constante	408,77	67,78	97,20
	Licenciamento (LO)	0,73	0,07	
6	Constante	371,68	67,00	55,41
	Licenciamento (LO)	0,60	0,09	
	Preliminares	0,22	0,09	
7	Constante	627,09	71,68	38,98
	Preliminares	0,58	0,09	
8	Constante	178,55	61,84	104,99
	Preliminares	0,34	0,06	
	Preparação	0,71	0,07	

Considerando a razão F, percebe-se claramente uma evolução na precisão dos modelos em todos os cenários simulados. Tal melhoria ocorreu mesmo com um número inferior de registros utilizados para previsão, 96 no caso geral e 65 no caso particular em análise. Isso já era esperado uma vez que os coeficientes de variação das variáveis independentes, para o caso particular, eram menores que o caso geral.

Comparando os cenários da Tabela 8 entre si, concluímos que o cenário 4 forneceu a melhor previsão. Entretanto, considerando os mesmos motivos discutidos no caso geral, o modelo final sugerido seria uma combinação entre os cenários 7, 1 e 4, descritos pelas equações (4), (5) e (6), respectivamente.

$$\text{Tempo de Obra} = 627,09 + 0,58\text{Prel} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de Obra} = 681,69 + 0,81\text{LI} \quad (5)$$

Onde *LI* representa o tempo decorrido na etapa de licenciamento até a obtenção da LI.

$$\text{Tempo de Obra} = 295,10 + 0,46\text{LI} + 0,62\text{Prep} \quad (6)$$

O cenário 7 fornece o predictor inicial, para os casos das obras ainda não licenciadas. Uma vez obtida a licença de instalação, o cenário 1 passa a ser o mais indicado. Concluída a etapa de preparação da execução, o cenário 4 passa a ser utilizado, representado pela equação (6), sendo esse o modelo final com a máxima precisão possível.

3.4 Exemplo de Aplicação

Considere o cenário 1 do caso particular de obras outorgadas por contratos de concessão. Esse caso foi modelado por meio de regressão linear cuja resultante foi expressa pela equação (5). Exibimos na Figura 3 a função previsora gerada pelo modelo. A abscissa representa o tempo total do licenciamento verificado até a obtenção da LI e a ordenada representa o tempo total de obras. As retas limites inferior e superior representam as funções corrigidas pelos erros destacados na Tabela 8. Os pontos marcados no gráfico representam a duração real de obras concluídas.

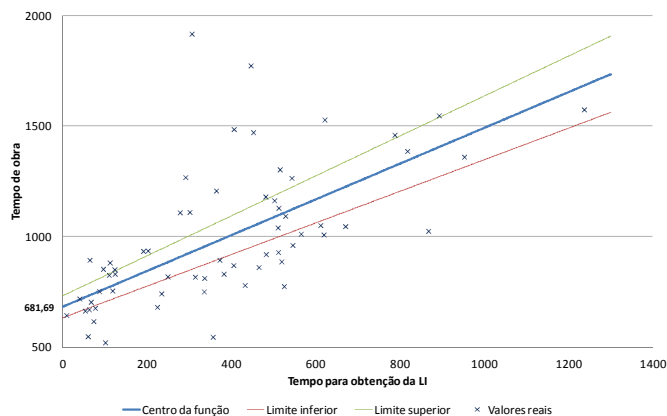


FIGURA 3 – Função estimadora e valores reais

O modelo ideal deveria conter todos os valores reais dentro do intervalo representado pelas retas limites. Nos exemplos simulados obtemos sucesso em alguns casos e em outros não. Apesar disso, é possível perceber o ganho de estimativa em relação à utilização da média como previsora.

Os valores reais encontrados fora dos limites de erro apresentaram, na sua maioria, comportamento compatível com a inclinação da função central.

Convém notar que exemplificamos a aplicação do modelo com um sistema simplificado e não o mais preciso, representado pela equação (6).

4.0 - CONCLUSÃO

O estudo revelou a que a utilização médias para descrever os tempos envolvidos na execução das obras de ampliação e reforços do SIN não são recomendáveis, tendo em vista a existência de um elevado grau de dispersão dos dados disponíveis. Desta forma, concluiu-se que a metodologia de percentis mostrou-se mais adequada para descrição estatística dos cronogramas das obras analisadas.

Depreende-se que existe espaço para melhorias na condução de etapas importantes do processo, notadamente a etapa “licenciamento ambiental”, com vistas a reduzir o tempo de implantação de uma obra, buscando minimizar os impactos de eventuais atrasos para a operação do SIN.

Foi possível ainda construir modelos previsores dos tempos de obras por meio de análises de regressão. Com esses modelos foi possível determinar a tendência de duração de uma obra baseado na conclusão de marcos parciais dos cronogramas. Foram simulados diferentes cenários e observou-se que os melhores modelos previsores devem conciliar a precisão da estimativa e o tempo de antecipação da previsão. Concluiu-se que os modelos combinados são os que melhor atendem as nossas necessidades.

Verificou-se que uma vez vencidas as etapas designadas neste trabalho como “preliminares”, “licenciamento ambiental”, e “preparação da execução” o tempo de execução da obra pode ser estabelecido com bastante precisão.

Pretende-se em trabalhos posteriores simular uma maior quantidade de cenários e acompanhar empreendimentos em andamentos utilizando os modelos obtidos. Dessa forma, esperamos conseguir modelos previsores cada vez mais precisos.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica. SIGET - Sistema de Gestão da Transmissão. Disponível em: <http://duto.aneel.gov.br/concessionarios/downloads/SIGET_Documentacao_Agente_20090807.zip> Acessado em: 8/11/2012.
- (2) ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica. Informações Técnicas. Últimas notícias: Leilão ofertará empreendimentos de transmissão localizados em 11 estados. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=6683&id_area=90> Acessado em: 15/4/2013.
- (3) BUSSACOS, M. A. Estatística aplicada à saúde ocupacional. São Paulo, SP, Fundacentro, 1997, 103p.
- (4) FIELD, A. Descobrindo a estatística com o SPSS, 2ª Edição, Editora Artmed, p. 34-36, Porto Alegre, 2009;
- (5) FIRJAN. Manual de Licenciamento ambiental: guia de procedimento passo a passo. 293p Rio de Janeiro: GMA, 2004;
- (6) IBM Software Business Analytics, IBM SPSS Statistics. Disponível em: <<http://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/ytd03123usen/YTD03123USEN.PDF>>. Acessado em: 10/12/2012;
- (7) JORNAL DA ENERGIA. Atraso das ICGs é a dor do sucesso da eólica, diz EPE disponível: <http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=10765&id_tipo=3&id_secao=11>. Notícia publicada em 8/8/2012. Acessado em: 15/4/2013;
- (8) LIMA, M.L., GONÇALEZ, J.C., PEREIRA, R. S., COSTA, T. R. V., LIMA, J. B. M. Comportamento da cor de lâminas de madeira, de Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) tratada com produtos de acabamento, sob o efeito de radiação ultravioleta artificial. Revista Árvore, volume 37, número 2, Março/Abril de 2013;
- (9) MENDENHALL, W. and Sincich, T. L. Statistics for Engineering and the Sciences, 4th ed. Prentice-Hall, 1995;
- (10) SAS Institute Incoporation, SAS Enterprise Guide – SAS Technical Papers. Disponível em: <http://support.sas.com/resources/papers/tnote/tnote_enterpriseguide.html> Acessado em: 5/4/2013;
- (11) SILVA, K. R., Análise de fatores ergonômicos em indústrias do pólo moveleiro de Ubá, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003;
- (12) WANGENHEIN, A., Técnicas Estatísticas - Glossário de Termos Estatísticos, Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~patrec/glossario.html>>. Acessado em: 13/4/2013;

DADOS BIOGRÁFICOS

Tito Ricardo Vaz da Costa nasceu em 1980 na cidade de Fortaleza/CE, graduou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará – UFC em 2004, especializou-se em Controladoria e Finanças de Empresas pela Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras – FIPECAFI em 2007 e atualmente é aluno regular do curso de mestrado em Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília – UnB. Profissionalmente, trabalhou como engenheiro eletricista no Grupo Endesa e foi consultor de regulação da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará – ARCE. Atua na Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL no cargo de Especialista em Regulação desde ano de 2008.

Eduardo Martins da Silva nasceu em 1972 na cidade de Belo Horizonte/MG e graduou-se em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG em 2004. Atua na Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL no cargo de Especialista em Regulação desde ano de 2005.

Esilvan Cardoso dos Santos nasceu em 1967 na cidade de Niquelândia/GO e graduou-se em Matemática pela Universidade de Brasília – UnB em 1997. Profissionalmente, trabalhou como Operador de Sistemas Elétricos na Eletrobrás e no Operador Nacional do Sistema - ONS. Atua na Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL no cargo de Especialista em Regulação desde ano de 2005.

Ivo Silveira dos Santos Filho nasceu em 1982 na cidade de Brasília/DF e graduou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília – UnB em 2006. Profissionalmente, trabalhou como engenheiro eletricista na Eletronorte. Atua na Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL no cargo de Especialista em Regulação desde ano de 2008.

Clarissa Melo Lima nasceu em 1983 na cidade de Fortaleza/CE, graduou-se em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará – UFC em 2009, especializou-se em Gestão Estratégica nas Organizações Públicas pela Faculdade Projeção em 2011 e atualmente é aluna regular do curso de mestrado em Ciências Florestais da Universidade de Brasília – UnB.