



PCI/MCTIC/INPE
RELATÓRIO TÉCNICO DE ATIVIDADES

<v9>

[Referente ao período: 01/10/2015 a 31/05/2017]

Número do Processo Institucional: [454779/2015-1]

Número do Processo Individual: [313053/2015-4]

Bolsista: [Douglas Dias de Macedo]

Supervisor: [Heyder Hey]

Área: [LIT - Laboratório de Integração e Testes]

Vigência original da bolsa: [01/10/2015 a 31/05/2017]

Modalidade da bolsa: [PCI-DD]

RELATÓRIO TÉCNICO

Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais.

1) Histórico

O Laboratório de Integração e Testes (LIT), inaugurado em 02 de dezembro de 1987, tem como missão:

- Contribuir para a progressiva autonomia do País em áreas estratégicas.
- Prover suporte técnico para os esforços do setor produtivo nacional em desenvolver sua competitividade no mercado internacional.
- Criar o ambiente necessário para a promoção de programas espaciais nacionais e em cooperação com outros países, provendo serviços de alta qualidade, baixo custo e nos prazos corretos.

Especialmente concebido para integração e qualificação de Satélites e Sistemas Espaciais, o LIT atualmente colabora com a indústria nacional em diversas áreas, com o objetivo de contribuir para a soberania do país em áreas estratégicas e oferecer condições para o setor produtivo brasileiro participar e ter competitividade em mercado de bens e serviços.

O LIT possui uma área construída de 20.000 m² que abriga áreas limpas, salas de controle, laboratórios de apoio e escritórios.

Um dos laboratórios é o de testes vácuo-térmicos e climáticos, onde são realizados testes de simulação das condições de voo de satélites e de outros subsistemas espaciais em condições de alto-vácuo, cargas térmicas internas e externas e, conseqüente distribuição de temperatura da vida orbital de satélites.

Os principais meios de testes são:

- Câmara de simulação 6m x 8m (vácuo-térmica);
- Câmara vácuo-térmica 3m x 3m;
- Câmara vácuo-térmica 1m x 1m;
- Câmaras vácuo-térmica 250 litros (2 unidades);
- Câmara climática;
- Câmara de choque térmico.

Um dos testes realizados pelo laboratório vácuo-térmico é o de balanço térmico, onde é verificado o desempenho do projeto térmico do satélite impulsionando-o condições de voo. Este tem como objetivo, confirmar experimentalmente as propriedades térmicas do satélite.

Para prestar suporte ao laboratório vácuo térmico, o LIT conta com o laboratório de aquisição de dados que fornece recursos para a aquisição de dados dos testes realizados. Para isto, conta com um sistema com capacidade para a aquisição de até 2000 canais que se destinam a diversos tipos de medidas, tais como: tensão AC/DC, corrente, potência, RTD, termopar, pressão, entre outras.

2) Resumo do Projeto

O projeto visa implantar e aprimorar os *softwares* de gerenciamento de aquisição de dados, realizar atividades de preparação da aquisição de dados, participar da execução dos testes, definir procedimentos técnicos e identificar necessidades de compra de insumos para gerir o adequado funcionamento do laboratório. Sob o aspecto de desenvolver e aprimorar os *softwares* objetiva-se encontrar novas soluções que atendam às necessidades do laboratório.

Na realização das atividades preparatórias da aquisição de dados são verificadas as conexões, identificados os canais e definidos parâmetros de configuração para o *software* de aquisição.

Outra atividade é participar da execução dos testes dos subsistemas de cada satélite bem como nos testes de seus modelos de qualificação e de voo.

As ações descritas auxiliarão a definir, redigir e documentar procedimentos técnicos, e também a identificar a necessidade de compra de materiais, equipamentos, serviços e treinamentos internos e externos ao LIT.

3) Objetivo

O laboratório de aquisição de dados de testes climáticos e vácuo-térmicos se envolve em diversos programas espaciais, provendo os meios para captura e medida dos parâmetros físicos associados, a saber: temperatura, pressão,

tensão, corrente, potência entre outros; formatando, apresentando e armazenando-os.

Em todo teste há uma grande preocupação em garantir a integridade e segurança das informações inclusive na sua transmissão e divulgação. Sendo assim, almeja-se aprimorar os pontos frágeis dos *softwares* existentes, e implementar novos de acordo com as necessidades correntes.

O laboratório participa da execução dos testes de subsistemas de cada satélite bem como nos testes de seus modelos de qualificação e de voo. Com isso, são emitidos relatórios e procedimentos técnicos e identificadas as demais necessidades do laboratório a fim de contribuir na manutenção do seu padrão de qualidade.

4) Atividades Desenvolvidas durante o período da bolsa

Durante o plano de trabalho proposto o bolsista se empenhou em realizar as atividades enumeradas abaixo:

4.1) Realizar as atividades de preparação de Aquisição de Dados para cada modelo de satélite (qualificação e voo) nos testes climáticos e vácuo-térmico;

Antes do teste de balanço térmico do modelo térmico do satélite Amazônia-1 a equipe responsável pelo controle das câmaras disponibilizou fichas técnicas com informações que possibilitaram a configuração do *setup* de canais físicos e pseudos.

4.1.1) Setup de Canais Físicos:

Os canais físicos são provenientes das medidas obtidas pelos sensores, para captar estas medidas o laboratório de aquisição de dados conta com nove unidades multifuncionais de aquisição e comutação 34980A, figura 1, do fabricante *Agilent Technologie*. Este equipamento, denominado de *scanner*, permite captar medidas de tensão e corrente de diversos sensores tais como: termistores, termopares, pressão, etc.



Figura 1 – *Scanner* 34980A, em modo de espera, aguardando configuração para início das medições.

A escolha de quais *scanners* seriam utilizados no teste de balanço térmico do satélite Amazônia-1, foi apoiada nos certificados de calibração. Estes documentos descrevem para quais sensores cada *scanner* foi calibrado, assimilando a respectiva incerteza de medição de cada um deles. Para que o equipamento fosse admissível ao teste foi elaborado o seguinte procedimento:

- Estar dentro do prazo de calibração (por convenção do laboratório os *scanners* são calibrados a cada dois anos);
- Conter a calibração dos tipos de sensores que serão utilizados no teste;
- Possuir incerteza de medição menor que 0,5.

Após definidos os *scanners* a serem empregados no teste, estudou-se quais módulos seriam utilizados. Os módulos são terminais, denominados de *slots*, que proporcionam uma interface entre o sensor e o *scanner*. Aos *slots* são acoplados cabos específicos para cada tipo de sensor, por exemplo, os termopares do tipo “T”, cuja utilização foi amplamente explorada nos testes do satélite Amazônia-1, necessitam de cabos de cobre e constantan.

O laboratório de aquisição de dados conta com diversos *slots* 34921T, figura 2, do mesmo fabricante dos *scanners*, onde estão acoplados os cabeamentos de diversos sensores.



Figura 2 – Slot com cabeamento de cobre e constatam para medidas de termopares do tipo “T”.

Com todos os equipamentos definidos, conectaram-se os *slots* aos scanners, dando início a sua configuração.

Na configuração dos *scanners* para o teste do modelo térmico do satélite Amazônia-1 utilizou-se o *software* DataAQS. Este foi desenvolvido para os testes do satélite CBERS em 2004, e devido sua efetividade, o laboratório de aquisição de dados vem empregando-o deste então.

O DataAQS tem como função:

- Configurar os *scanners* para medidas de sensores diversos;
- Criar um banco de dados (onde serão salvos os dados mensurados pelos *scanners*);
- Coletar as medidas obtidas pelos *scanners* a um intervalo pré-determinado;
- Armazenar as medidas coletadas no banco de dados gerado.

Para configurar os *scanners* o DataAQS faz uso de planilhas eletrônicas, onde são descritas informações como: os tipos de sensores que serão utilizados, o intervalo entre medidas e suas precisões (número de casas decimais), entre outras.

No teste de balanço térmico do satélite Amazônia-1, foram estudadas as fichas técnicas recebidas a fim de obter os requisitos do teste, com as informações obtidas redigiu-se planilhas, figura 3, com parâmetros interpretáveis pelo DataAQS. Nestas planilhas foram redigidas a configuração

de 365 sensores de temperatura (entre termopares e termistores), 104 medidas de tensão DC e 2 sensores de pressão, totalizando 471 canais físicos configurados, distribuídos entre 6 *scanners*.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q			
IP	Canal-Físico	Label	Deadband	Resolução	T	Referencia	Unidades	Tipos	TC	Ref	Un	Terr	Autozero	V	Range	fxo-RTD	Termistor	Intervalo	Scan	Estado
572	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-5043	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	
573	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-5044	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	
574	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6001	TQ54	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
575	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6002	TQ91	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
576	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6003	TQ51	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
577	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6004	TQ52	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
578	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6005	TQ53	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
579	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6006	TQ91	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
580	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6007	TP51	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
581	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6008	TP52	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
582	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6009	TP53	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
583	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6010	TP91	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
584	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6011	TR01	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
585	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6012	TR02	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
586	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6013	TR51	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
587	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6014	TR52	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
588	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6015	TR53	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
589	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6016	TR91	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
590	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6017	TR92	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
591	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6018	TN51	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
592	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6019	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	
593	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6020	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	
594	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6021	TN01	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
595	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6022	TN02	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
596	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6023	TN03	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
597	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6024	TY51	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
598	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6025	TY52	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
599	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6026	TY01	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
600	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6027	TY02	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
601	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6028	TY03	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
602	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6029	TS51	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
603	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6030	TS52	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
604	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6031	TS53	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
605	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6032	TS01	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
606	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6033	TS02	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
607	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6034	TS03	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
608	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6035	TS04	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
609	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6036	TS05	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
610	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6037	TS06	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
611	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6038	TS91	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	
612	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6039	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	
613	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6040	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	
614	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6041	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	
615	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6042	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	
616	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6043	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	
617	TCPIP0:192.168.1.2:INSTR	DAS2-6044	N	0.01	2	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	

Figura 3 – Planilha elaborada com as informações dos canais físicos do teste de balanço térmico do satélite Amazônia-1

4.1.2) Setup de Canais Pseudos:

Os canais pseudos são provenientes de cálculos sobre as medidas adquiridas dos canais físicos. Seu emprego se dá pelo fato de transmitirem informações que os canais físicos não são capazes de imprimir, por exemplo, a média da temperatura em determinada região do espécime.

Para a realização dos cálculos o laboratório de aquisição de dados conta com um *software* denominado DataCalc. Este segue o padrão apresentado no DataAQS e também é configurado por meio de planilhas eletrônicas, porém ao invés de informações sobre os sensores, são transcritas as fórmulas utilizadas no cálculo de cada canal.

O DataCalc tem como função:

- Calcular as fórmulas expressas nas planilhas;
- Armazenar os resultados dos cálculos junto ao banco de dados gerado pelo DataAQS.

No teste de balanço térmico do satélite Amazônia-1, assim como para os canais físicos, foram estudadas as fichas técnicas recebidas com o intuito de

levantar as informações sobre os cálculos a serem realizados. Com estas informações foram:

- Elaboradas as fórmulas para cada canal pseudo;
- Transcritas as fórmulas para planilhas, figura 4, (para posterior configuração do DataCalc);
- Revisadas todas as fórmulas transcritas nas planilhas.

Foram elaboradas, transcritas e revisadas 765 fórmulas para a composição e cálculo dos canais pseudos pelo DataCalc, para a realização do teste de balanço térmico do satélite Amazônia-1.

	A	B	C	D	E	F	
1	Nome da Fórmula	Fórmula	Resultado	Tipo de Fórmula	Intervalo(s)	Variáveis	Canais
704	QD02_Pseudo	$(a/(0.0416389*a^2-0.000757029*a+0.0499039))^{*2}323.8$	0	0	0	a	QD02_V
705	PL10_Pseudo	$(a/(0.0410567*a^2-0.000130618*a+0.0496712))^{*2}104.7$	0	0	0	a	PL10_V
706	PJ10_Pseudo	$(a/(0.0293615*a^2+0.0000263573*a+0.0496325))^{*2}85.2$	0	0	0	a	PJ10_V
707	PL14_Pseudo	$(a/(0.0299233*a^2+0.000455265*a+0.0496668))^{*2}104.9$	0	0	0	a	PL14_V
708	QD03_Pseudo	$(a/(0.0330901*a^2+0.000176175*a+0.0497374))^{*2}691.9$	0	0	0	a	QD03_V
709	QY01_Pseudo	$(a/(0.0349865*a^2-0.0000757821*a+0.049897))^{*2}307$	0	0	0	a	QY01_V
710	QH02_Pseudo	$(a/(0.000382023*a^3-0.00357505*a^2+0.00785239*a+49.9112))^{*2}225.3$	0	0	0	a	QH02_V
711	QF01_Pseudo	$(a/(0.0394519*a^2+0.000145928*a+0.049975))^{*2}24.1$	0	0	0	a	QF01_V
712	PR12_Pseudo	$(a/(0.0306948*a^2+0.0000124235*a+0.0497129))^{*2}122.3$	0	0	0	a	PR12_V
713	QE01_Pseudo	$(a/(0.0316363*a^2+0.000134496*a+0.0499173))^{*2}108.4$	0	0	0	a	QE01_V
714	QN03_Pseudo	$(a/(0.03144*a^2+0.000270747*a+0.04982))^{*2}114.3$	0	0	0	a	QN03_V
715	HL05_Pseudo	$(a/(0.0313129*a^2+0.000195299*a+0.0496663))^{*2}21.5$	0	0	0	a	HL05_V
716	HL10_Pseudo	$(a/(0.039647*a^2-0.000360601*a+0.0499426))^{*2}88$	0	0	0	a	HL10_V
717	QX50_Pseudo	$(a/(0.0385849*a^2-0.0000260087*a+0.0498562))^{*2}74.9$	0	0	0	a	QX50_V
718	PR13_Pseudo	$(a/(0.0274353*a^2+0.00053301*a+0.0499407))^{*2}63.5$	0	0	0	a	PR13_V
719	QF50_Pseudo	$(a/(0.0308891*a^2-0.0000276207*a+0.0495606))^{*2}148.6$	0	0	0	a	QF50_V
720	HL55_Pseudo	$(a/(0.0321464*a^2+0.000246953*a+0.0499313))^{*2}21.5$	0	0	0	a	HL55_V
721	HL06_Pseudo	$(a/(0.0332632*a^2+0.000359216*a+0.0498795))^{*2}21.5$	0	0	0	a	HL06_V
722	HL11_Pseudo	$(a/(0.0381062*a^2+0.000414406*a+0.0496865))^{*2}88$	0	0	0	a	HL11_V
723	HL53_Pseudo	$(a/(0.0230571*a^2+0.00232011*a+0.0498123))^{*2}15.5$	0	0	0	a	HL53_V
724	PS10_Pseudo	$(a/(0.0314251*a^2+0.000287949*a+0.0498716))^{*2}52.3$	0	0	0	a	PS10_V
725	HL64_Pseudo	$(a/(0.0344114*a^2+0.0000242212*a+0.0500394))^{*2}46.2$	0	0	0	a	HL64_V
726	HL56_Pseudo	$(a/(0.0343671*a^2+0.00000717847*a+0.049812))^{*2}21.5$	0	0	0	a	HL56_V
727	HL01_Pseudo	$(a/(0.0351906*a^2+0.000119555*a+0.0496576))^{*2}53.7$	0	0	0	a	HL01_V
728	HL12_Pseudo	$(a/(0.0390846*a^2+0.0000549588*a+0.0496578))^{*2}88$	0	0	0	a	HL12_V
729	QE02_Pseudo	$(a/(0.0319515*a^2+0.000101561*a+0.0496829))^{*2}66.5$	0	0	0	a	QE02_V
730	QX02_Pseudo	$(a/(0.033563*a^2+0.0000303869*a+0.0496846))^{*2}156.1$	0	0	0	a	QX02_V
731	HL51_Pseudo	$(a/(0.0343644*a^2+0.00000844986*a+0.0496463))^{*2}53.7$	0	0	0	a	HL51_V
732	HL02_Pseudo	$(a/(0.0335021*a^2+0.000524643*a+0.0497215))^{*2}63.6$	0	0	0	a	HL02_V
733	QS02_Pseudo	$(a/(0.0397613*a^2+0.000166795*a+0.0497415))^{*2}78.8$	0	0	0	a	QS02_V
734	HL13_Pseudo	$(a/(0.0381745*a^2+0.000569976*a+0.0498584))^{*2}88$	0	0	0	a	HL13_V
735	QN02_Pseudo	$(a/(0.0578935*a^2-0.00198163*a+0.0499612))^{*2}168.1$	0	0	0	a	QN02_V
736	QB01_Pseudo	$(a/(0.0328048*a^2+0.000187689*a+0.049734))^{*2}466.5$	0	0	0	a	QB01_V
737	QN01_Pseudo	$(a/(0.0343312*a^2-0.0000553496*a+0.0496934))^{*2}108.8$	0	0	0	a	QN01_V
738	HL52_Pseudo	$(a/(0.0338242*a^2+0.0000543496*a+0.0496229))^{*2}63.7$	0	0	0	a	HL52_V
739	HL09_Pseudo	$(a/(0.0348899*a^2-0.0000390563*a+0.0496196))^{*2}19.5$	0	0	0	a	HL09_V
740	HL04_Pseudo	$(a/(0.046581*a^2-0.000764365*a+0.0496733))^{*2}16.4$	0	0	0	a	HL04_V
741	QH01_Pseudo	$(a/(0.0318324*a^2-0.000172236*a+0.0494876))^{*2}63.8$	0	0	0	a	QH01_V
742	QS04_Pseudo	$(a/(0.0314003*a^2+0.000278276*a+0.0498511))^{*2}36.8$	0	0	0	a	QS04_V

Figura 4 – Planilhas elaboradas com as fórmulas empregadas nos canais pseudos no teste do satélite Amazônia-1.

4.2) Participar dos testes de cada modelo de satélite (qualificação e voo) de cada satélite;

Com as atividades de preparação finalizadas, a aquisição de dados do teste de balanço térmico do modelo térmico do satélite Amazônia-1 estava pronta para ser iniciada. A primeira etapa deste processo foi a inicialização do DataAQS.

Para executar este *software* foi necessário:

- Importar as planilhas (elaboradas na etapa de preparação);

- Informar a data e hora do começo e fim do teste;
- Fornecer o intervalo de aquisição (taxa de amostragem do teste);
- Fornecer um nome para o banco de dados (onde foram salvos os dados dos canais físicos e pseudos).

Após realizadas as atividades acima, o DataAQS configurava os *scanners* e dava início a captura de suas medições automaticamente. Pode-se observar na figura 5 o *software* DataAQS em funcionamento.

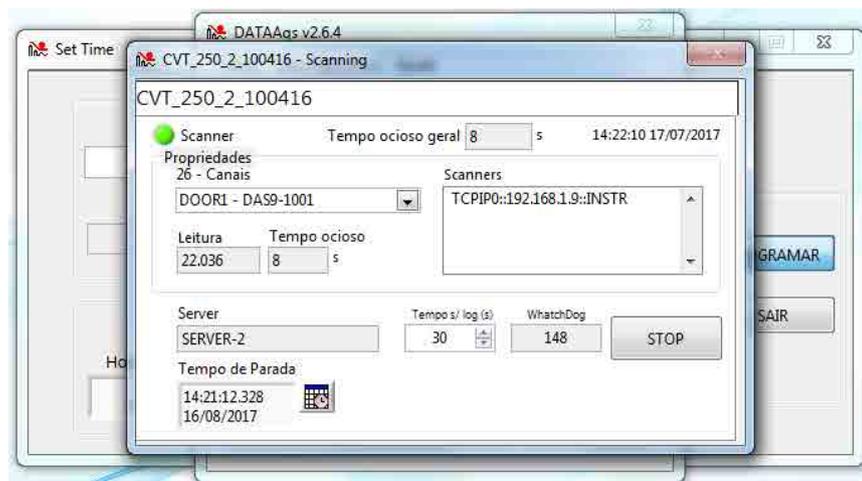


Figura 5 – DataAQS em funcionamento após a configuração dos *scanners*. Neste momento o *software* capturava automaticamente os dados com a taxa de amostragem presente no campo “tempo s/ log(s)”.

A segunda etapa foi a inicialização do DataCalc. Para executar este *software* foi necessário:

- Importar as planilhas com as fórmulas (elaboradas na fase de preparação);
- Informar ao *software* o nome do banco de dados gerado pelo DataAQS (onde foram armazenados os resultados dos cálculos);
- Fornecer o intervalo de processamento entre fórmulas;

Finalizada as atividades descritas acima, o DataCalc se conectava automaticamente ao banco de dados gerado pelo DataAQS e então calculava e armazenava as fórmulas informadas nas planilhas. Pode-se observar na figura 6 o *software* DataCalc em funcionamento

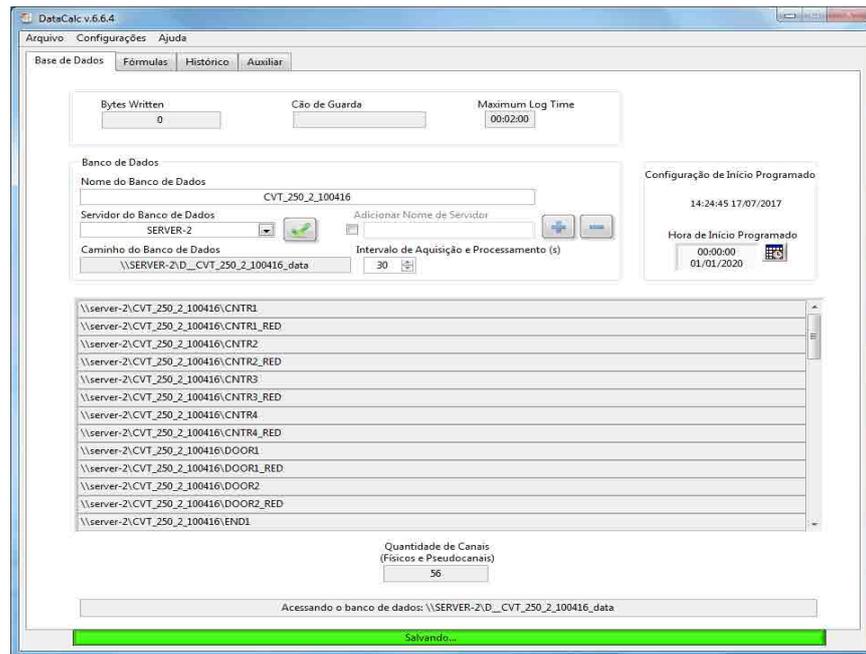


Figura 6 – DataCalc em funcionamento após a conexão com o banco de dados gerado pelo DataAQS. Neste momento o *software* calculava e armazenava os resultados das fórmulas.

Com ambos os *softwares* em funcionamento, iniciava-se a aquisição de dados.

Para o acompanhamento da aquisição de dados pelos envolvidos no teste do satélite Amazônia-1 configurou-se diversas telas gráficas com apoio do *software Measurement & Automation Explorer*, figura 7, da empresa *National Instruments*. Este captou os dados armazenados no banco de dados e gerou gráficos em tempo real com as informações registradas.

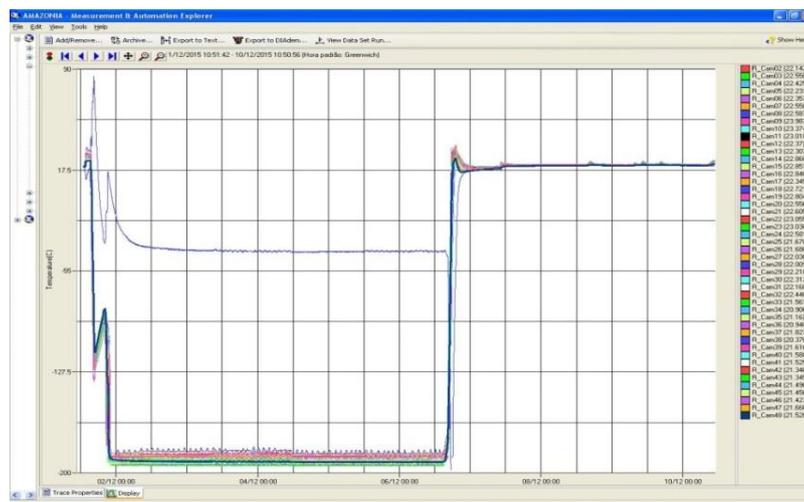


Figura 7 - Tela do *software Measurement & Automation Explorer*, nesta tela foram configurados para a visualização dos canais físicos (sensores de temperatura tempor) que informavam a temperatura no interior da câmara.

Ao término do teste de balanço térmico do satélite Amazônia-1, foram extraídos os dados do banco de dados do teste. Utilizando o *Microsoft Excel*, foram gerados gráficos dos dados extraídos, de modo a documentar o teste efetivado. Na figura 8 é apresentado um dos gráficos referentes ao teste de balanço térmico do modelo térmico do Amazônia-1.

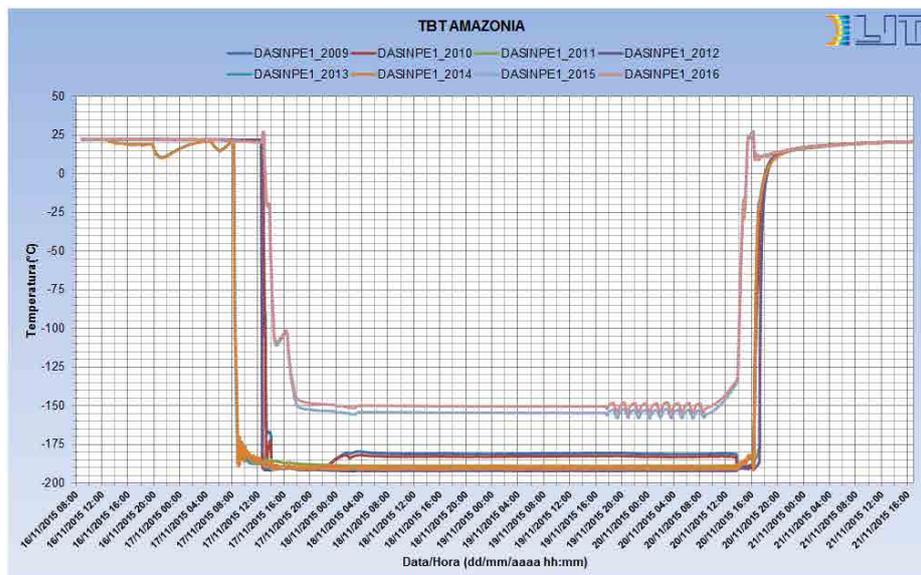


Figura 8- Gráfico gerado com as informações dos canais físicos (sensores de temperatura) que informavam a temperatura no interior da câmara no teste de balanço térmico do satélite Amazônia-1.

4.3) Implantar *softwares* para gerenciamento da aquisição de dados em cada modelo de satélite (qualificação e voo) nos testes climáticos e vácuo-térmicos;

Nos testes climáticos e vácuo-térmicos, os dados adquiridos pela aquisição são transmitidos para a visualização de dois grupos. O primeiro é responsável pelo controle da câmara da qual o espécime (objeto em teste) está inserido. Enquanto o segundo é o cliente, encarregado do espécime testado e solicitador do teste em questão, que acompanha a realização dos testes.

Para a distribuição dos dados aos grupos envolvidos nos testes, o laboratório de aquisição de dados conta com uma rede de computadores privada, onde são permitidas apenas conexões internas, conforme ilustrado pela figura 9.

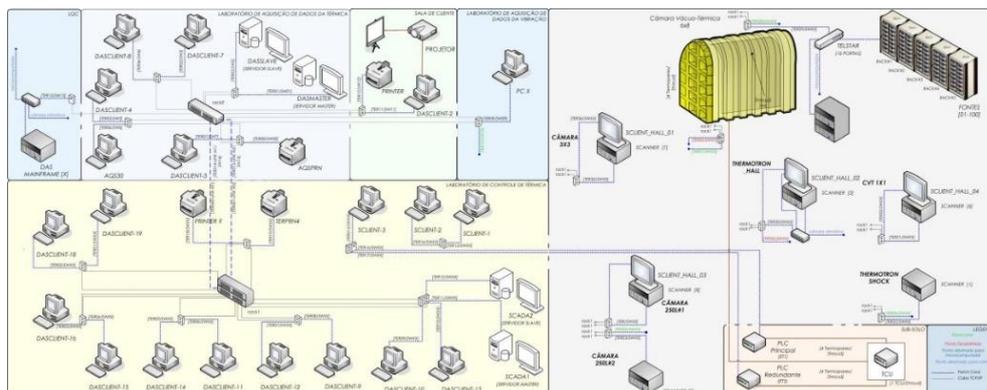


Figura 9 – Diagrama físico da rede do laboratório de aquisição de dados.

Com o objetivo de acompanhar a realização do teste de balanço térmico do modelo térmico do Amazônia-1 e abastecer a base OCOE (*Overall Check Out Equipment*) do espécime, a equipe de integração do satélite solicitou acesso à base de dados durante a realização do teste.

Conforme apresentado na figura 9, não existiam meios que promovessem a comunicação entre o laboratório de aquisição de dados e o de integração de satélites. Desta forma, para que fosse possível atender a solicitação apresentada, foi necessário elaborar uma arquitetura de rede, figura 10, onde um servidor dedicado de cada rede (integração e aquisição) pudessem se comunicar individualmente, assim, ambas as redes ficaram blindadas de acessos indevidos de ambas as partes.

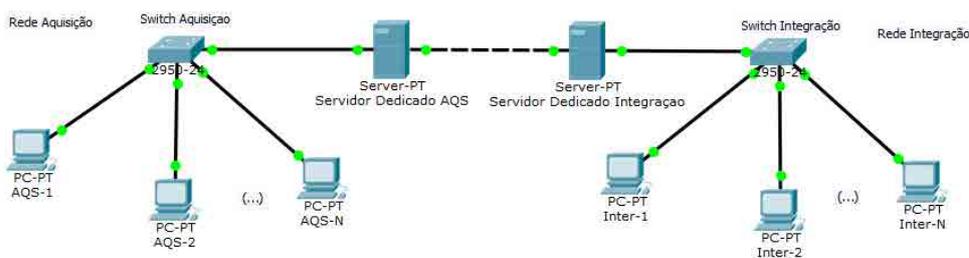


Figura 10 – Diagrama, desenvolvido pelo *software Cisco Packet Tracer*, com a arquitetura implantada para comunicação entre os laboratórios. Toda a comunicação entre o laboratório de aquisição de dados e integração acontecia exclusivamente entre os servidores apresentados.

Com a conexão entre os servidores estabelecida, foi necessário o desenvolvimento de um *software* que operasse dentro da rede do laboratório de aquisição, e replicasse o banco de dados (gerado pelo DataAQS) para o servidor dedicado, pois, conforme já mencionado o laboratório de integração teria acesso apenas a este servidor.

Antes do seu desenvolvimento, levantou-se os seguintes itens, dos quais o *software* deveria:

- Operar durante a realização do teste;
- Replicar com exatidão os dados do teste;
- Replicar os dados evitando acesso direto ao banco de dados do teste;
- Replicar os dados em dois novos bancos de dados (um redundante e outro principal) para eventuais problemas com alguns dos bancos gerados;
- Disponibilizar os dados em tempo real para o grupo de integração.

Para satisfazer os itens descritos, definiu-se a linguagem *LabVIEW* para o desenvolvimento do *software*, pois além do laboratório possuir licenças para esta aplicação, o *LabVIEW* contém em sua biblioteca uma gama diversificada de ferramentas para publicação de dados em tempo real.

Um dos métodos empregados para o desenvolvimento foi o de *shared variable*, presente na linguagem - com este método foi possível capturar os dados por meio das variáveis compartilhadas pelo *software* de aquisição de dados, o DataAQS, evitando assim acessos diretos ao banco de dados do teste. Outra vantagem adquirida com a utilização deste método foi a replicação exata dos dados, pois os dados compartilhados pelas *shared variable* possuem a mesma precisão dos dados adquiridos pelo DataAQS, ou seja, não há compressão da informação transmitida.

A troca de dados as entre *shared variable* possui latência mínima, praticamente instantânea, permitindo a replicação dos dados em tempo de durante a execução do teste.

Para que os dados adquiridos pelas *shared variables* fossem disponíveis ao grupo de integração, utilizou-se os mecanismos de armazenamento *Citadel*. Também incorporado ao *LabVIEW*, esta ferramenta cria um banco de dados para acesso simplificado, permitindo a recuperação e análise de dados independente do ambiente de desenvolvimento, ou seja, possibilita que outras aplicações, além do *LabVIEW*, acessem os dados armazenados.

Assim, com as ferramentas abordadas acima, foi desenvolvido o *software* 'Escreve Banco', figura 11, onde foram programadas rotinas em que, a cada

intervalo pré-determinado, os dados publicados pelas *shared variables* no *software* de aquisição eram capturados e reescritos em dois bancos de dados (principal e redundante) por meio do *Citadel*.

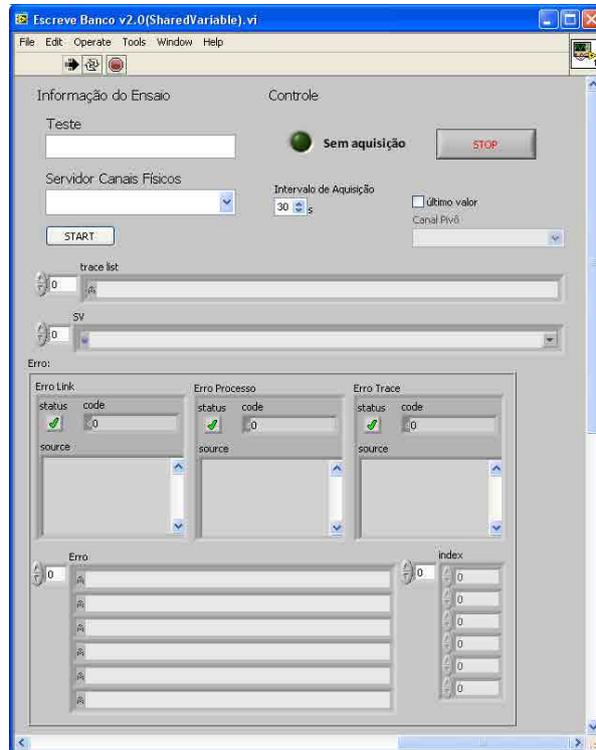


Figura 11 – Tela principal do *software* desenvolvido, uma dos campos importantes desta tela é a informação de erro, nelas são informados problemas detectados durante a operação do *software*.

4.4) Elaborar os procedimentos técnicos acima identificando as necessidades de materiais.

Durante as atividades de preparação do teste de balanço térmico do modelo térmico do satélite Amazônia-1 foi identificada uma carência tecnológica nos meios utilizados para a aquisição de dados.

Foi identificado que os servidores utilizados para operação dos *softwares* (DataAQS e DataCALC) estavam arcaicos e com o desempenho muito comprometido devido a falta de recursos contidos, principalmente de memória RAM e processador. Esta defasagem também foi identificada nos computadores utilizados para o desenvolvimento de *softwares*.

Constatadas as deficiências, foi emitido ao coordenador da bolsa um parecer técnico da situação dos servidores e computadores utilizados no laboratório de aquisição de dados.

Para a resolução dos problemas foi informado ao coordenador à necessidade de requisição de novos recursos para o laboratório, desta forma, foi elaborado um procedimento técnico com a sugestão de compra dos seguintes equipamentos:

- Servidores, com memória RAM mínima de 32 GB, disco rígido com espaço de armazenamento mínimo de 1TB e duplo processador de 3.00 GHz ou superior.
- Computadores com memória RAM mínima de 8Gb, disco rígido com espaço de armazenamento mínimo de 1Tb e processador de 2.8 GHz ou superior.

A partir dos esforços em levantar as informações sobre os *déficits* de materiais do laboratório, foram fornecidos ao laboratório quatro servidores *Workstation HP Z820* do fabricante *Hewlett Packard*, e quatro computadores *HP EliteDesk 800 G1 SFF* do mesmo fabricante, apresentados na figura 12. É importante salientar que os processos de requisição de compra, orçamentos, e os outros provenientes para compras de materiais não competiram às atividades do bolsista, ficando este apenas com os levantamentos de requisitos necessários para o laboratório de aquisição de dados.



Figura 12– A esquerda o servidor *Workstation HP Z820* e a direita o computador *HP EliteDesk 800 G1 SFF*

5) Resultados Obtidos em função do Plano de Trabalho proposto

O *software* desenvolvido, bem como a arquitetura estabelecida para sua operação em rede, aumentou a segurança quanto à vulnerabilidade de acessos às informações armazenadas nos servidores do laboratório de aquisição de dados.

Os critérios adotados nas atividades de preparação para cada teste, como: procedimento para escolha dos *scanners*, estudos sobre os *slots* aplicados em cada *scanner* e a criação das planilhas para configura-los, asseguraram a realização bem sucedida da aquisição de dados nos testes de balanço térmico do satélite Amazônia-1.

Os gráficos gerados garantiram uniformização e maior inteligibilidade quanto à avaliação dos resultados obtidos após o teste.

5.1) Resultados Complementares obtidos

Além dos resultados obtidos em decorrência do plano de trabalho proposto, houve grande empenho em buscar soluções para necessidades adicionais apresentadas pelo laboratório. Uma das carências encontradas foi a defasagem tecnológica quanto ao controle e supervisão das câmaras vácuo-térmicas. A fim de apresentar uma solução a deficiência encontrada foi dado início ao desenvolvimento de um *software* configurável, em *LabVIEW*, para o controle e supervisão de processos apoiados por Controladores Lógicos Programáveis (CLP), com o intuito de apresentar uma alternativa a sistemas SCADAs (*Supervisory Control and Data Acquisition*) de alto custo.

Com o propósito de ser configurável, foram pesquisadas ferramentas que permitissem incorporar ao *software* símbolos que representassem os mecanismos de uma automação. Selecionou-se a API (*Application Programming Interface*) *3D Picture Control* do *LabVIEW*, que possibilitou a importação de arquivos modelados em CAD (*Computer- Aided Design*) para representação dos dispositivos. Pode-se observar na figura 13 a interface desenvolvida.

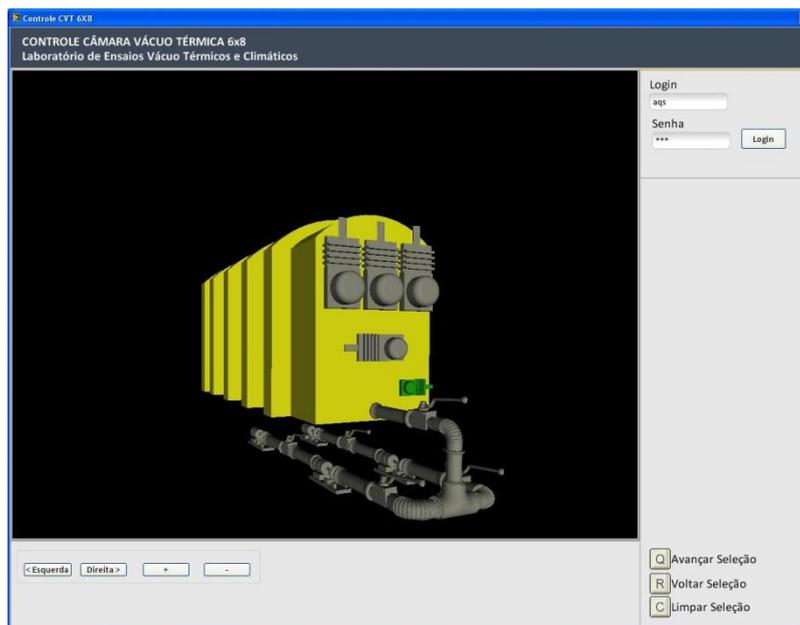


Figura 13 – Interface proposta para a supervisão dos mecanismos da Câmara de simulação 6m x 8m do laboratório vácuo-térmico.

De acordo com o cronograma do plano de trabalho, o desenvolvimento da primeira versão deste *software* foi concluído. Todas as funcionalidades implementadas ficaram disponíveis ao laboratório.

6) Conclusões Gerais

O *software* “Escreve Banco” desenvolvido contribuiu para a garantia da integridade e segurança dos dados armazenados no laboratório de aquisição de dados. Houveram esforços também na busca de soluções para as necessidades apresentadas pelo laboratório, resultando na primeira versão de um *software* configurável para supervisão e controle. Os *softwares* DataAQS e DataCalc, utilizados para a aquisição e processamento de dados, apresentaram ótimo desempenho, desta forma, não foram encontrados pontos frágeis a serem corrigidos.

Todas as atividades de preparação foram concluídas, assegurando a realização bem sucedida da aquisição de dados do satélite Amazônia-1. Estas atividades também auxiliarão o laboratório de aquisição de dados nos programas espaciais futuros. Foram gerados gráficos de todos os testes realizados, conforme descrito no item 4.1, assim, deixou-se documentado no laboratório a realização de cada um deles.



O satélite MAPSAR não foi disponibilizado para teste durante a vigência do plano de trabalho, mas as ferramentas desenvolvidas estarão disponíveis quando o houver o prosseguimento do projeto.

O programa CBERS continua em andamento (houve um erro de tipografia no plano de trabalho, o nome específico do satélite do programa CBERS é CBERS-4A – contudo as ferramentas desenvolvidas serão úteis para toda a família do programa CBERS).

São José dos Campos-SP, 31 de maio de 2017

Bolsista: [Douglas Dias de Macedo]

Heyder Hey
Tecnologista Senior III
SIAPE.116490

Supervisor(a): [Heyder Hey]

Coordenador(a) PCI da área do Anterior
Ricardo Ricardini Suterio
Coordenador do PCI