

## ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DE QUADROS INTRA E DECISÕES DE PARTICIONAMENTO DE CUS NO PADRÃO HEVC

MATEUS GONÇALVES; MARCELO PORTO;  
LUCIANO AGOSTINI; GUILHERME CORRÊA

*Universidade Federal de Pelotas – Video Technology Research Group (ViTech)  
{mmgoncalves, porto, agostini, gcorrea}@inf.ufpel.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

De acordo com CISCO (2017), o montante de tráfego IP global em 2016 foi de 96 EB por mês, havendo a previsão de, aproximadamente, triplicar este valor em 2021, alcançando 278 EB por mês. Nesse mesmo período, a previsão da taxa de crescimento anual do tráfego IP global relacionado a vídeo é de 27% para redes fixas e de 55% para redes móveis. Esses dados ilustram a necessidade contínua do aumento de compressão de conteúdos de vídeo de modo a utilizar quantidades menores de informações para transmitir tais conteúdos. Para tanto, algoritmos de compressão mais eficientes devem ser desenvolvidos – porém, isto geralmente traz como consequência o aumento da complexidade do processo de codificação de vídeo; logo, é necessário que pesquisas e melhorias sejam realizadas a fim de reduzir a complexidade da codificação de vídeos.

Em relação ao padrão HEVC, cuja especificação se encontra em ITU (2018), diversos trabalhos referentes à sua redução de complexidade têm sido publicados, sendo que a maior parte se baseia em heurísticas resultantes de análises estatísticas sobre características dos vídeos e variáveis intermediárias da codificação; porém, muitas das técnicas desenvolvidas apresentam perdas significativas da eficiência de codificação (CORRÊA, 2017). Entre os trabalhos desenvolvidos com vistas à redução de complexidade com base na análise de texturas de imagens, citam-se: (ZHANG, 2012), (KHAN, 2013) e (SHEN, 2014).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo prático a fim de verificar se algumas características de imagem (média, variância, entropia e gradiente total) possuem correlação com a decisão do codificador HEVC de partitionar quadros de vídeo em regiões chamadas *Coding Units* (CUs), de modo que as conclusões tiradas a partir das análises efetuadas permitissem, futuramente, a possibilidade de se desenvolver técnicas que permitam a redução de complexidade do processo de codificação do padrão HEVC.

### 2. METODOLOGIA

O software de referência HM (*HEVC Test Model*) foi utilizado nos estudos a fim de realizar as codificações necessárias no padrão HEVC. A versão 16.19 do software foi empregada nos testes (FRAUNHOFER, 2018).

Foram realizadas pequenas alterações no código do software de referência a fim de extrair informações referentes a particionamento de CUs dos tamanhos 64x64, 32x32 e 16x16 dos vídeos em processo de codificação. As sequências de vídeo utilizadas foram as seguintes: “BasketballDrive\_1920x1080\_50.yuv”, “BQTerrace\_1920x1080\_60.yuv” e “Cactus\_1920x1080\_50.yuv” – tais vídeos possuem o formato 1920x1080 pixels, além de utilizar sub-amostragem de cor no formato 4:2:0 e oito bits por amostra.

Em todas as codificações realizadas, foi utilizado o arquivo de configuração “encoder\_intra\_main.cfg”, de forma que somente a predição do tipo intraquadros

fosse empregada no processo de codificação. Para realizar os experimentos, foram codificados os 20 primeiros quadros de cada vídeo, utilizando os valores de QP 22, 27, 32 e 37.

Um software foi implementado em linguagem C para executar, de forma automática, as seguintes tarefas:

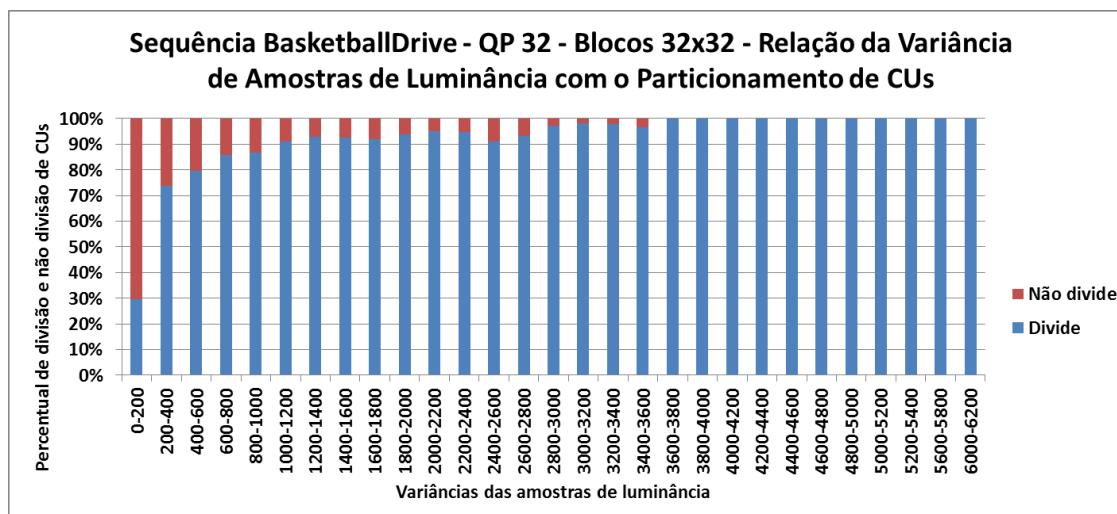
- Leitura dos valores das amostras de luminância de pixels dos 20 primeiros quadros dos arquivos de vídeo utilizados como referência;
- Ordenação dos valores das amostras lidos dos arquivos para organizá-los em blocos dos tamanhos 64x64, 32x32 e 16x16;
- Realização de cálculos de média, variância, entropia e gradiente total, considerando o tamanho dos blocos analisados e os valores das amostras de luminância dos mesmos;
- Leitura das informações de divisão de CUs a partir dos arquivos gerados pelas codificações realizadas pelo software de referência;
- Normalização dos dados de divisão e não-divisão de CUs, a fim de evitar desproporções nas análises posteriores.

Foram feitas análises das informações coletadas e geradas pelo software com o objetivo de verificar possíveis correlações entre as grandezas calculadas e as decisões tomadas pelo codificador sobre o particionamento de CUs.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

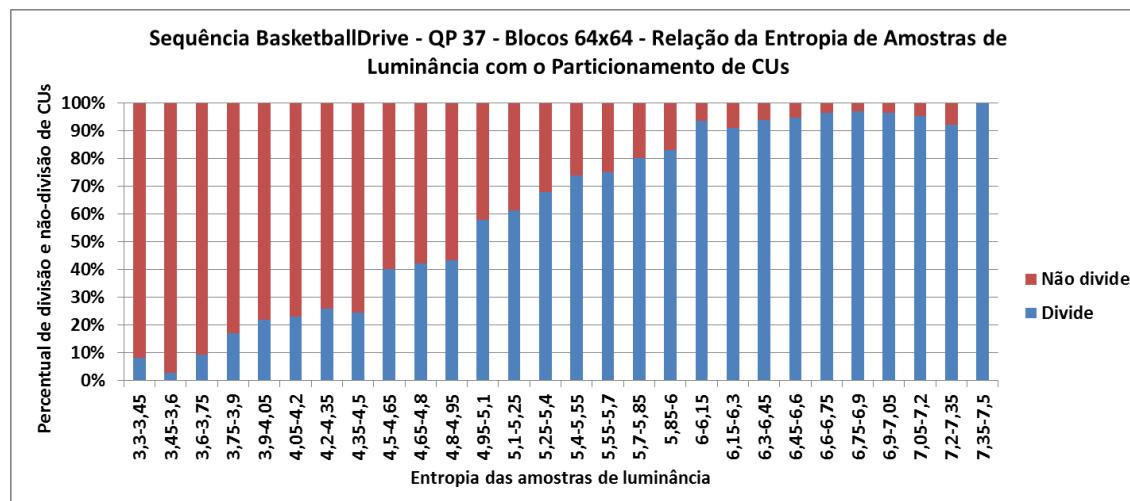
Os experimentos realizados permitiram verificar que o processo de particionamento de CUs não possui correlação alguma com o valor médio das amostras de luminância das CUs, independentemente do vídeo, do tamanho da CU e do valor do QP em uso.

No que se refere a variância, o percentual de CUs particionadas pelo codificador tende a crescer com o aumento da variância das amostras das CUs. Considerando-se CUs de tamanho 16x16, para valores de variância acima de 200, à medida que a variância aumenta, o percentual de CUs particionadas oscila entre valores acima de 70%. Levando-se em conta CUs dos tamanhos 32x32 e 64x64, para valores de variância maiores que 200, percebe-se que acima de 50% dos blocos são particionados, sendo que, à medida que a variância aumenta, o percentual de blocos particionados também aumenta na grande maioria das vezes, chegando perto de (ou atingindo) 100%, conforme mostrado pela Figura 1.



**Figura 1:** Relação da variância de amostras de luminância com o particionamento de CUs – Vídeo “BasketballDrive”, QP 32, CUs do tamanho 32x32

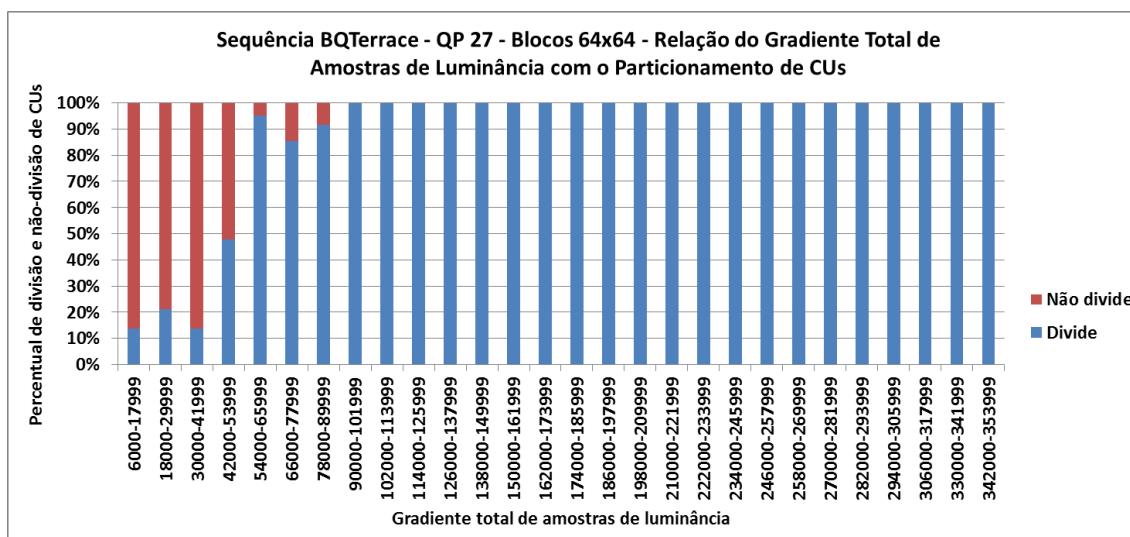
Já a correlação entre o particionamento de CUs por parte do codificador e o valor de entropia das amostras de luminância de cada CU é diferente dependendo do vídeo analisado. No caso da sequência “*BasketballDrive*”, o percentual de correlação da entropia com a divisão de CUs tende a aumentar para valores de entropia das amostras de CUs acima de 3,5, o que é ilustrado pela figura abaixo.



**Figura 2:** Relação da entropia de amostras de luminância com o particionamento de CUs – vídeo “*BasketballDrive*”, QP 37, CUs do tamanho 64x64

No caso da sequência “*BQTerrace*”, percebe-se que, para valores de entropia acima de 4,5, o percentual de particionamento de CUs aumenta consideravelmente. Por fim, considerando-se a sequência “*Cactus*”, notou-se que, para valores de entropia maiores que 3, quanto maior for o valor da entropia das CUs, maior será o percentual de divisão de CUs – porém, o crescimento mais regular acontece para CUs do tamanho 16x16.

Em relação ao gradiente total e considerando as sequências de vídeo testadas, observou-se o seguinte comportamento: à medida que o valor do gradiente total de uma CU aumenta, o percentual de particionamento de CUs também aumenta; porém, para CUs do tamanho 16x16, o percentual de divisão de CUs estabiliza perto dos 90%, enquanto que, para CUs dos tamanhos 32x32 e 64x64, o percentual de divisão de CUs fica muito próximo dos 100%.



**Figura 3:** Relação do gradiente total de amostras de luminância com o particionamento de CUs – vídeo “*BQTerrace*”, QP 27, CUs do tamanho 64x64

## 4. CONCLUSÕES

Constatou-se que as grandezas variância, entropia e gradiente total possuem um grau considerável de correlação com as decisões de particionamento de CUs feitas pelo codificador HEVC. Logo, tais fatos podem ser utilizados em pesquisas futuras com o fim de reduzir a complexidade do processo de codificação do padrão HEVC. Estudos e pesquisas mais avançados podem ser feitos dentro deste contexto, incluindo o cálculo de outras grandezas referentes a informações de imagem, a fim de aprofundar análises e descobrir maiores reduções de complexidade do processo de codificação, bem como a aplicação do método estudado em padrões emergentes de codificação de vídeo (AV1 e VVC, por exemplo).

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**CISCO. Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2016–2021.** Cisco, San Jose, CA, EUA, 15 set. 2017. Acessado em 10 set. 2018. Online. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/complete-white-paper-c11-481360.html>

CORREA, G; GRELLETT, M.; BAMPLI, S.; CRUZ, L. A. Aplicações de Aprendizado de Máquina na Codificação de Vídeo HEVC. In: CIUFFO L., ROESLER, V. **O Futuro da Videocolaboração: Perspectivas**. Porto Alegre, RS, Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. Cap. 9, p. 272 – 298.

**FRAUNHOFER, HHI. High Efficiency Video Coding (HEVC).** Berlim, Alemanha, 2018. Acessado em 10 set. 2018. Online. Disponível em: <https://hevc.hhi.fraunhofer.de>

**ITU. High efficiency video coding – Recommendation ITU-T H.265,** 2018. Acessado em 10 set. 2018. Online. Disponível em: <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.265>

KHAN, M. U. K.; SHAFIQUE, M.; HENKEL, J. An adaptive complexity reduction scheme with fast prediction unit decision for HEVC intra coding. **IEEE International Conference on Image Processing**, Melbourne, Austrália, p. 1578 – 1582, 2013.

SHEN, L.; ZHANG, Z.; LIU, Z. Effective CU Size Decision for HEVC Intracoding. **IEEE Transactions on Image Processing**, v. 23, n. 10, p. 4232 – 4241, 2014.

ZHANG, M.; ZHAO, C.; XU, J. An adaptive fast intra mode decision in HEVC. **IEEE International Conference on Image Processing**, Orlando, FL, EUA, p. 221 – 224, 2012.